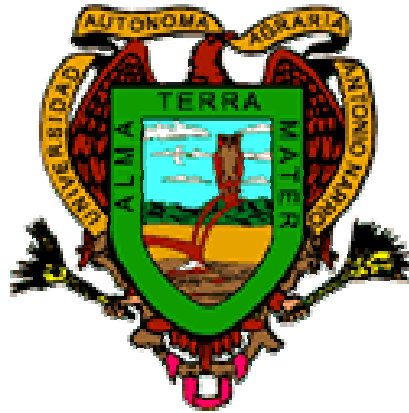


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO
ELECTRONEUMÁTICO DIDÁCTICO**

POR :

VÍCTOR HUGO ZETINA VILLA

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de :

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Diseño y Construcción de un Tablero Electroneumático Didáctico

Por :

VÍCTOR HUGO ZETINA VILLA

TESIS

**Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de :**

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

M.C. Tomás Gaytán Muñiz

Sinodal

Sinodal

Ing. B. Elizabeth de la Peña Casas

Dr. Martín Cadena Zapata

Coordinador de la División de Ingeniería

Ing. Luís E. Ramírez Ramos

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 2004**

AGRADECIMIENTOS

Primeramente con el corazón en la mano, se los dirijo a dios nuestro señor por haberme permitido concluir mis estudios Universitarios y completar una etapa más, del regalo más preciado que él nos ha otorgado a nosotros los seres humanos, que es la vida; terminando así una etapa de mi preparación moral e intelectualmente, logrando de esta manera una carrera a nivel Ingeniería.

A la Institución que me dio un lugar para desarrollar mi preparación superior, proporcionándome un espacio en sus aulas, en su biblioteca, en su comedor y en toda su infraestructura, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Al Ing. Tomás Gaytán Muñiz por su ardua colaboración y asesoría para la terminación de este proyecto de tesis, de igual manera a la Ing. Blanca Elizabeth de la Peña Casas y al Dr. Martín Cadena Zapata por su dedicación para que se lograra este trabajo tal y como se había planeado.

Al M.C. Héctor Uriel Serna Fernández, por todo el apoyo que me otorgo a lo largo de mi carrera y por el ejemplo que me dio de rectitud y honestidad.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), por el apoyo económico que me dio, al otorgarme unas de las Becas Tesis y aportar para que mis estudios superiores se vean concluidos.

Del mismo modo les agradezco a los demás profesores que con sus enseñanzas otorgadas en las clases, contribuyeron en mi educación y formación profesional, así como en lo moral.

Especialmente a mis compañeros y amigos Nadia Escamilla Laguna, Eddy Balán Flores, Miguel Ángel Ramírez Gutiérrez, José Alfredo Sánchez Cruz, Kennedy Mendoza Zurita, Miguel Ángel Chan Cruz, Orlando Suárez Emiliano, Roberto Rivelino Hernández Vargas, Miguel Ángel Márquez Castillo, Ángel Mendoza Hernández e Iván de Jesús Méndez Aguilar, por la forma en que juntos convivimos y nos apoyarnos mutuamente a lo largo de la carrera.

Por haberme considerado su compañero de aula, por permitirme formar una pequeña parte de su vida, por haber sido un gran compañero y un valioso ser humano, a la memoria de Javier Cepeda.

Por otro lado a todos los demás compañeros de la especialidad de I.M.A. y de otras especialidades; de la generación 96 y de más generaciones que de alguna manera tuvieron un roce con mí persona, por su amistad y de lo mucho o poco que juntos convivimos.

¡ A todos un millón de gracias !

DEDICATORIA

Muy especialmente por su apoyo moral, sentimental y económico que me otorgaron incondicionalmente para lograr concluir mis propósitos; por el grandioso sacrificio que realizaron con la mejor de las intenciones, pero sobre todo por darme la mejor herencia que me pudieron otorgar en la vida; una educación profesional; por esto y mucho más se lo dedico a:

Mis padres :

Ramiro de Jesús Zetina Torres

Y

Eufrocina Villa Muñoz

Su negro lo logro

Mis queridísimos hermanos:

Adi Yanci

Esdras Eduardo.

Especialmente a mis tíos: Joel Villa Muñoz, Rosalba Mezo Cagal y familia

A la inigualable persona que me otorgo a lo largo de mi carrera respeto, comprensión, cariño, pero sobretodo amor; a la Ing. Aurelia Mendoza.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Paginas
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	2
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Distribución del Aire en la Tierra.....	5
Neumática y Electroneumática.....	7
Neumática.....	7
Objetivos de los Sistemas Neumáticos.....	8
Propiedades del Aire Comprimido.....	9
Electroneumática.....	13
Tableros Didácticos.....	14
Electricidad y Electrónica.....	15
Importancia de la Electricidad.....	15
Importancia de la Electricidad en la Maquinaria Agrícola.....	15
Motores de Corriente Alterna.....	19
Aplicaciones de la Electricidad, la Electrónica y la Neumática.....	21
Elementos Neumáticos y Electroneumáticos.....	23
Unidad de Potencia Neumática.....	23
Compresor de Émbolo Oscilante.....	24
Compresor de Membrana.....	26

Compresor de Émbolo Rotativo.	26
Compresor Rotativo Multicelular.	27
Compresor de Tornillo Helicoidal de Dos Ejes.	28
Compresor Rotos.	29
Turbocompresores.	30
Elección del Compresor.	31
Caudal.	31
Presión.	32
Accionamiento.	32
Regulación.	33
Regulación de Marcha en Vacío.	34
Regulación de Carga Parcial.	35
Regulación por Intermitencias.	36
Acumulador de Aire Comprimido.	36
Distribución del Aire Comprimido	38
Unidad de Mantenimiento.	38
Tipos de Cilindros.	40
Cilindros de Simple Efecto.	40
Cilindros de Doble Efecto.	41
Sistemas Convertidores Electroneumáticos.	42
Electroválvulas 3/2 Vías, con Accionamiento Manual Auxiliar.	43
Electroválvulas 3/2 Vías, Abierta en Posición de Reposo.	44
Electroválvula 5/2 Vías (Servopilotaje y Accionamiento Manual Auxiliar).	45
Electroválvula 5/2 Vías (Impulso Eléctrico en Ambos Lados).	46
Relevadores.	47
Detectores de Proximidad.	50
Elementos Eléctricos para la Entrada de Señales.	51
Botones Pulsadores.	53
Bloque Distribuidor.	54
Conexiones Tipo Banana Macho.	55

Conexiones Tipo Banana Hembra.	56
MATERIALES Y METODOS.	57
Materiales.	57
Componentes Neumáticos.	57
Componentes Eléctricos y Electroneumáticos.	57
Componentes de la Estructura.	58
Herramientas Empleadas.	59
Metodología.	60
Reconocimiento de la Necesidad.	60
Definición del Problema.	61
Síntesis.	61
Análisis y Optimización.	62
Evaluación.	62
Presentación.	62
Criterios del Diseño.	63
Costos.	64
RESULTADOS.	66
Unidad de Potencia Neumática.	66
Mesa y Gabinete.	67
Unidad de Mantenimiento.	68
Bloque Distribuidor.	68
Unidades Neumáticas y Electroválvulas.	69
Unidad de Botones.	72
Presostato.	73
Unidad de Relevadores.	74
Unidad de Protección para Sobrecargas.	75
Unidad de Automatización.	76
Unidad de Arranque de Motor Eléctrico.	76
Unidades de Actuadores.	77
Mecanismo de Transporte.	78
Tablero Electroneumático.	79

Certificación del Funcionamiento del Tablero Electroneumático.	80
Funcionamiento.	81
DISCUSIÓN.	82
CONCLUSIONES.	83
LITERATURA CITADA.	84
APENDICE A.	86
APENDICE B.	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras No.	Paginas
1.1.- Maquina neumática.	3
2.2.- Fotografía de la tierra.	5
2.3.- Distribución de las diferentes etapas de nuestra atmósfera.	7
2.4.- Componentes neumáticos.	12
2.5.- Dispositivo neumático.	12
2.6.- Aplicación de los circuitos electrónicos.	15
2.7.- Imagen de circuitos integrados.	16
2.8.- Transistores.	17
2.9.- Panel de control.	19
2.10.- Motor de corriente alterna.	20
2.11.- Mano robótica.	21
2.12.- Sistema automatizado.	22
2.13.- Compresor ordinario silenciadores.	23
2.14.- Compresor de pistón.	23
2.15.- Clasificación de compresores.	24
2.16.- Compresor de émbolo oscilante.	25
2.17.- Compresor de membrana.	26
2.18.- Compresor de dos etapas con refrigeración interna.	27
2.19.- Compresor rotativo multicelular.	28
2.20.- Compresor de tornillo helicoidal.	28
2.21.- Compresor roots.	29
2.22.- Compresor axial.	30
2.23.- Compresor radial.	30
2.24.- Compresor de embolo oscilante.	31
2.25.- Vista de un compresor completo.	32
2.26.- Motor de combustión interna.	33

2.27.- Motor eléctrico.	33
2.28.- Regulación por escape a la atmósfera.	34
2.29.- Regulación por aislamiento.	34
2.30.- Regulación por apertura de la aspiración.	35
2.31.- Regulación intermitente.	36
2.32.- Partes esenciales de un acumulador.	37
2.33.- Vista superficial de la unidad de mantenimiento.	39
2.34.- Vista interna de la unidad de mantenimiento.	40
2.35.- Vista interna del cilindro de simple efecto.	41
2.36.- Vista superficial del cilindro de simple efecto.	41
2.37.- Vista interna del cilindro de doble efecto	42
2.38.- Cilindro de doble efecto.	42
2.39.- Posición de reposo.	43
2.40.- Posición de accionamiento.	44
2.41.- Posición de reposo.	44
2.42.- Accionada.	45
2.43.- Lado izquierdo posición en reposo y lado derecho posición de accionamiento.	46
2.44.- Parte superior posición en reposo, parte inferior posición accionada.	46
2.45.- Diversidad de electroválvulas.	47
2.46.- Esquema de un relevador normalmente cerrado.	48
2.47.- Esquema de un relevador normalmente abierto.	48
2.48.- Esquema de un relevador combinado.	49
2.49.- Relevador Triple.	50
2.50.- Detectores de proximidad inductivos.	51
2.51.- Detector de proximidad capacitivo.	51
2.52.- Contacto de cierre.	52
2.53.- Contacto de apertura.	52
2.54.- Contacto de conmutación.	52
2.55.- A la izquierda se muestra un pulsador de contacto de cierre y a la	

derecha un pulsador de contacto de apertura.	53
2.56.- Pulsador de contacto conmutado.	54
2.57.- Bloque distribuidor con válvula corredera manual.	55
2.58.- Conexiones tipo banana macho.	55
2.59.- Conexiones bananas hembra.	56
2.60.- Conexiones bananas hembra desarmados.	56
7.61.- Compresor.	66
7.62.- Estructura del tablero.	67
7.63.- Unidad de mantenimiento.	68
7.64.- Bloque distribuidor con botón de paso.	69
7.65.- Parte trasera del bloque distribuidor.	69
7.66.- a) Electroválvula 5/2, marca Numatics.	70
7.67.- b).- Bloque de 3 electroválvulas 5/2 marca Festo.	70
7.68.- c).- Electroválvula 5/2, marca Fluid Power.	71
7.69.- d).- Electroválvula 3/2, marca Fluid Power.	71
7.70.- e).- Bloque de 4 válvulas 5/2, marca Numatcs.	71
7.71.- f).- Válvula 5/2, marca Numatics.	72
7.72.- Unidad de botones.	72
7.73.- Parte trasera de la unidad de botones.	73
7.74.- Presostato.	73
7.75.- Unidad de relevadores.	74
7.76.- Parte trasera de la unidad de relevadores.	74
7.77.- Unidad de interruptores térmicos.	75
7.78.- Parte trasera de la unidad de interruptores térmicos.	75
7.79.- Unidad de automatización.	76
7.80.- Arrancador de motor eléctrico.	77
7.81.- Parte trasera del arrancador de motor eléctrico.	77
7.82.- Unidad de actuadores.	78
7.83.- Mecanismo de transporte.	78
7.84.- Tablero electroneumático.	79
7.85.- Impartición del curso a personal académico de la Universidad.	80

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción industrial en México hasta hace unos años dieron un giro revolucionario en cuanto a su tipo de equipo, ya que gracias al avance tecnológico de las maquinas la producción se logra realizar en menos tiempo y con mejor calidad.

En la actualidad la neumática tanto como la electrónica son herramientas inigualables para el desarrollo del ser humano, ya que con los avances de estas dos ramas de la ingeniería y la física se están realizando aplicaciones en la industria y en los grupos móviles.

Esta nueva implementación de equipo de alta tecnología esta constituida por controles un poco más complejos, por lo que el personal requiere de una capacitación adecuada a las necesidades de la empresa o institución a la que pertenezca.

Dentro de un análisis realizado de la problemática (principalmente en la capacitación) que se esta dando con la electroneumática por su implementación en la maquinaria y equipo agrícola e industrial en nuestro país, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” a través de su Departamento de Maquinaria Agrícola. Ha implementado un proyecto como alternativa de solución que consistió en el Diseño y Construcción de un Tablero Electroneumático de la carrera de Ingeniero Mecánico Agrícola, que principalmente contribuirá al equipamiento del laboratorio de fluidica y de esta manera se apoyara a los alumnos que cursan las materias de neumática, introducción a la electrónica, electricidad y magnetismo, y circuitos lógicos; de igual manera se estará contribuyendo al desarrollo de la docencia e investigación en el departamento.

Este proyecto de forma indirecta contribuye en la optimización de los recursos del departamento.

El tablero estará formado por dos secciones una neumática y otra electroneumática las cuales funcionaran conjuntamente cuando así se requiera.

Estará constituido por un esqueleto basado en lamina y perfil tubular rectangular (PTR), placas de aluminio, placas de polietileno las cuales se podrán acomodar según las necesidades de las actividades a realizar, en estas placas estarán acopladas las partes neumáticas y electroneumáticas.

La tecnología de electro-neumática es de reciente aparición en el ámbito laboral por lo que se debe de normalizar sus aplicaciones para una mejor seguridad de los operarios y de esta forma se prevendrán accidentes.

Antecedentes

Al paso del tiempo en la carrera de Ingeniería Mecánica Agrícola los alumnos que la cursan, notaron que la falta de material didáctico en los laboratorios es evidente, por lo tanto se optó por el desarrollo de proyectos de tesis como este, para que de cierta forma se contribuyera a la creación del material didáctico que se necesita para el buen desarrollo de los conocimientos otorgados a los alumnos en las aulas de clases.

Ciertas Instituciones, como la Universidad de Guanajuato, están apoyando ha instituciones de investigación como el Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) y el CENEMA que se están dedicando a la investigación para desarrollar nuevas tecnologías y herramientas dentro de la neumática y la electroneumática para desarrollar nuevos conocimientos y mejorar la productividad del campo mexicano.

En el campo empresarial se han desarrollado maquinas para la automatización de ciertas actividades laborales por lo que es necesario que los alumnos obtengan en el transcurso de su preparación profesional conocimientos adecuados para la operación de las maquinas que realizan las actividades automáticamente, como se muestra en la Figura 1.1.

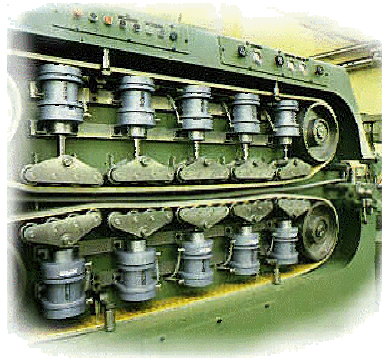


Figura 1.1.- Maquina neumática.

En el mercado día a día se desarrolla una competencia por obtener un buen lugar para la comercialización de productos, y por tanto el desvanecimientos de costos de adquisición de estos productos depende en cierta forma de los costos de producción por tal motivo el implementar maquinaria que emplee una fuente de energía que sea abundante y sin costo, de esta forma se esta optando por emplear la maquinaria neumática y electroneumática.

Objetivos

- Elaborar el diseño de un tablero electroneumático didáctico.
- La construcción del tablero electroneumático didáctico de bajo costo.
- Contribuir al equipamiento del Laboratorio de fluidica y al desarrollo del departamento de Maquinaria Agrícola.
- Aportar material didáctico a los profesores y alumnos para el desarrollo de las prácticas.

Hipótesis

Es posible diseñar y construir un tablero electroneumático didáctico, con fines educativos para los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica Agrícola (IMA) y de investigación para los integrantes del personal docente del Departamento de Maquinaria Agrícola.

REVISIÓN DE LITERATURA

Distribución del Aire en la Tierra

La Tierra tiene una atmósfera rica en oxígeno, temperaturas moderadas, agua abundante y una composición química variada permiten a la Tierra ser el único planeta conocido que alberga vida (Figura 2.2). El planeta se compone de rocas y metales, sólidos en el exterior, pero fundidos en el núcleo.



La mayor parte de la masa del aire, es decir, el 99.5%, está concentrada entre los 40 y 50 Km inferiores de la atmósfera; el restante 0.5% queda distribuido entre los 960 Km superiores. Las capas inferiores, en las que se desarrolla la formación de nubes y todos los demás fenómenos que constituyen lo que llamamos « tiempo », se conocen con el nombre de « troposfera »; se extiende hasta una altura de unos 10 a 12 Km, en las latitudes medias, pero llega hasta los 18 Km. en los trópicos. Casi el 90% de la masa total del aire está concentrada en esta capa; por lo tanto la abundancia del aire como fuente de energía es ilimitada, ya que su presencia es exorbitante.

En el globo terráqueo existe 78 % de nitrógeno y un 21% de oxígeno (esto es en volumen), lo que representa que existe una fuente de energía bastante grande y que no se está aprovechando (Figura 2.3); el aprovechamiento de esta fuente de

energía con la neumática en combinación de la electrónica no produce contaminación al medio, además que el costo de la instalación de estos sistemas no son elevados en comparación con los gastos de salarios, mantenimiento, adquisición de otras maquinas (<http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/>).

El aire es una mezcla de diferentes gases, de los cuales los principales son el nitrógeno y el oxígeno. Aproximadamente su composición es la siguiente:

Gas	% del volumen
Nitrógeno	78%
Oxígeno	21%
Argón, Hidrógeno, Dióxido de carbono, Helio, Neón, Xenón.	1%

Tendremos en cuenta que el aire siempre contiene alguna cantidad de vapor de agua y puede contener algún porcentaje de gases industriales.

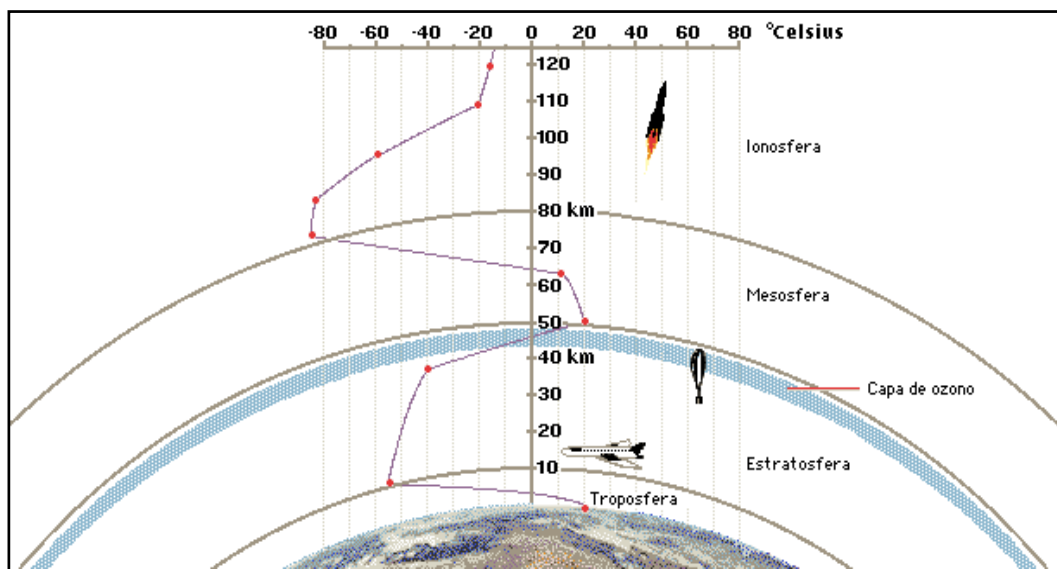


Figura 2.3.- Distribución de las diferentes etapas de nuestra atmósfera.

Sin atmósfera no habría vida en la Tierra. La atmósfera, una envuelta relativamente delgada, está formada por capas de gases que sustentan la vida y la protegen de las radiaciones dañinas (Encarta, 2002).

Neumática y Electroneumática

Neumática

Dentro de las instalaciones neumáticas se emplea una energía considerada como un fluido (aire), la cual proviene de un compresor, con el propósito de transformarla en un trabajo mecánico. El aire alcanza una presión mediante la oportuna acción del motor eléctrico del compresor. El aire es almacenado en un depósito hermético.

La presión se mide en Kg/cm^2 , atmósferas o en bars, donde un bar es igual a 0.98 atmósferas. El instrumento empleado para medir la presión es el llamado *manómetro*. Debe de tomarse en cuenta que el aire comprimible presenta desventajas como el movimiento no uniforme del pistón al avanzar lentamente con carga aplicada; así como algunas de sus ventajas, como son: facilidad de descarga y facilidad de fluido mismo (Meixner/Sauer, 1990).

Los Objetivos de los Sistemas Neumáticos.

- 1) Se reconocerán la función de cada uno de los elementos de un sistema neumático (cilindros, válvulas, bielas, mangueras, bomba manual, etc.).
- 2) Aplicar los principios del aire comprimido para la generación de fuerzas y movimiento por medio de sistemas neumáticos y palancas.
- 3) Comprender, que el uso de sensores mejoran la precisión y seguridad en sistemas neumáticos.
- 4) Diseñar y construir modelos neumáticos operativos en la realidad.
- 5) Verifican la efectividad de un dispositivo neumático, mediante la utilización complementaria de palancas.
- 6) Evaluar dispositivos neumáticos en términos de su función y habilidad para realizar la tarea requerida en forma eficiente.
- 7) Utilizar la computadora para controlar mediante un software dispositivos neumáticos.
- 8) Utilizar dispositivos neumáticos para generar fuerzas mecánicas que faciliten actividades de la vida diaria.
- 9) Proponer y construir prototipos de modelos tecnológicos para comprobar principios y circuitos neumáticos.
- 10) Diseñar un sistema neumático controlado por la computadora la cual responda en función de unas entradas controladas por sensores y que respondan a las necesidades de su comunidad.
- 11) Expresar en forma oral y escrita el resultado de sus investigaciones (http://www.viagenius.edu.pe/Oficina/Sistemas_Neumaticos.html).

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.

Propiedades del aire comprimido.

- *Abundante*: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- *Transporte*: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno o explícitamente rectas siempre y cuando sean del mismo diámetro; las tuberías pueden ser tubos ordinarios (de cobre, de latón, de acero negro, de acero galvanizado o de acero fino) o mangueras de plástico, lo esencial es que soporten la presión con la que se trabajara en determinada actividad.
- *Almacenable*: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- *Temperatura*: El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- *Antideflagrante*: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- *Limpio*: El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero .
- *Constitución de los elementos*: La concepción de los elementos de trabajo es simple, por tanto, precio económico.
- *Velocidad*: Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones).
- *A prueba de sobrecargas*: Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas. Para

delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- *Preparación:* El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (con el objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- *Compresible:* Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- *Fuerza:* El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kPa).
- *Escape:* El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes o la implementación de filtros del mismísimo ruido.
- *Costos:* El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara ; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías. Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente (Depper, 2000).

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran

en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación ulterior en el equipo generador supone gastos muy considerables.

En la actualidad encontramos a estudiantes, profesionistas o solamente a gente que labora en el ámbito de la neumática, la electrónica o en la combinación de ambas y no poseen los conocimientos adecuados para un buen desarrollo de sus actividades que realiza; por lo que es necesario la capacitación de esta gente y de generaciones que intentan integrarse a estas labores; la elaboración de este tablero electroneumático ayudara a dar las bases completas para que se puedan integrar en el ámbito laboral de la electroneumática.

Las industrias además de buscar sistemas de producción económicos, también buscan que sean más fáciles de manejar y que sus obreros u operadores según sea el caso, tengan más rango de seguridad e higiene en sus labores a desempeñar; por lo que la utilización de los sistemas electroneumáticos se los proporciona en gran parte (<http://www.parker-automation.com.mx/>).

En los últimos años se han desarrollado una gran diversidad de sistemas neumáticos, electrónicos y en combinación de estos que el encontrar la pieza adecuada para un determinado sistema es laborioso, pero no imposible, ya que son tantas las empresas que ofrecen artículos y elementos con una variedad grandísima, como se muestra en la Figura 2.4, que solo hay que consultar cual es la que se encuentra a nuestro alcance y posibilidades (<http://www.parkerautomation.com.mx/>).

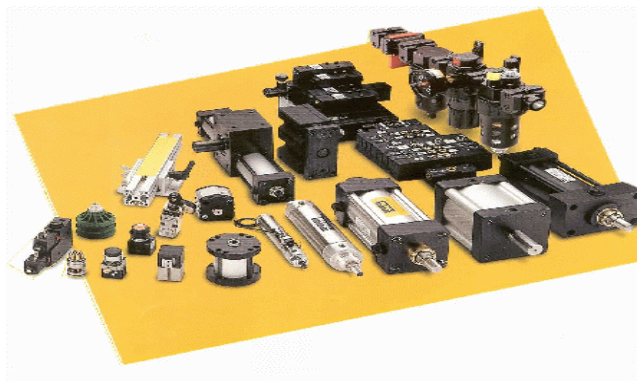


Figura 2.4.- Componentes neumáticos.

La creación de movimiento y la transferencia de fuerzas son dos tareas importantes asignadas a las máquinas, en especial a los sistemas neumáticos. En las industrias, estas tareas son realizadas frecuentemente por dispositivos neumáticos que trabajan con aire comprimido.

Los dispositivos neumáticos, pueden sujetar y trasladar materiales o pulsar, tirar, levantar, abrir y cerrar compartimentos. En muchos casos, pueden efectuar operaciones que no podrían ser realizadas de ninguna otra forma (Figura 2.5).



Figura 2.5.- Dispositivo Neumático.

Entre las ventajas del uso de este sistema, cuenta el hecho de que su insumo principal es el aire el cual es barato, abundante, fácil de comprimir y almacenar. Asimismo, estos sistemas son de fácil interconexión y pueden ser utilizados para producir grandes movimientos lineales.

Electroneumática

La energía eléctrica (energía de mando y trabajo) es introducida, procesada y cursada por elementos operatorios muy determinados. Por razones de simplicidad y visualidad figuran estos elementos como símbolos en los esquemas eléctricos.

Esto facilita la instalación y el mantenimiento de mandos. Pero no es suficiente sólo la comprensión de los símbolos, existentes en los esquemas de circuito y sobre los elementos, para garantizar el correcto dimensionado de mandos y la rápida localización de errores cuando aparecen. El especialista en mandos debería conocer también los elementos mas importantes y usuales de la electricidad como la constitución, función y aplicación (Meixner/Saber, 1990).

Con un tablero electroneumático, los alumnos, de manera práctica y constructiva, adquieren conocimientos de neumática, aplicando sus principios a casos de la vida real, lo cual les permitirá adquirir nociones básicas y capacidades para el montaje de dispositivos neumáticos simples. De esta manera, conocerá y explorara la utilidad de cada una de las partes de un cilindro neumático (pistones, bielas y cuerpo del cilindro), aprenderá a obtener aire comprimido y a comprender como se organiza un sistema neumático así como a apreciar la utilidad de la válvula para cambiar la dirección del aire y así, controlar el movimiento. El alumno manipulará los dispositivos neumáticos en 3 fases: exploración, investigación y solución tecnológica, a problemas que se presenten en su entorno (http://www.viagenius.edu.pe/lego/sistemas_neumaticos.htm).

Tableros Didácticos

La mayoría de los tableros existentes son por lo regular para las capacitaciones de cada empresa, estos diseñados para las necesidades de cada una de estas empresas, por lo que las necesidades que se requieren para este proyecto son diferentes ya que son requerimientos didácticos (<http://www.neotec.com.mx/tableros/tneumatico.htm>).

En la actualidad la tecnificación es una de las bases para lograr un rendimiento alto y satisfactorio, por lo que las maquinas de engranes y ejes en la mayoría de las empresas se están sustituyendo por sistemas hidráulicos o neumáticos, por lo que en esta carrera es necesario contar con material didáctico adecuado para poder tener los conocimientos básicos, para que de esta forma

podamos enfrentar, en el área laboral, estos cambios dados por el avance tecnológico (<http://www.portaldelaindustria.com/paginabusca9.htm>).

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria mexicana, ya que es un gran paso a la superación y desarrollo tecnológico que se está dando en estos días y que se va mejorando día a día (<http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/>).

La capacitación no debe ser solo en el ámbito laboral si no que también debe darse en el área técnica para poder tener a personas altamente capacitadas para diseñar elementos que tengan la calidad y que cubran la optimización correspondientes para lograr obtener el mayor aprovechamiento posible del aire comprimido, tanto en la industria y en demás utilidades operativas.

Los sistemas electroneumáticos proporcionan a las empresas que los están empleando una garantía de la facilidad de reparación del área que presente fallos, ahorrando tiempo de paros en la empresa (<http://www.festooltechnic.cz/mexico/seminarios/p111.htm>).

Los tableros elaborados en otras empresas son prácticos, de tal forma que no se necesitan herramientas para realizar las conexiones según la práctica a realizar (<http://www.all-done.com/all-done/Didáctica/ADD5000.htm>).

Electricidad y Electrónica

Importancia de la Electricidad.

Importancia de la Electricidad en la Maquinaria Agrícola.

Electrónica, campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión,

recepción y almacenamiento de información. Esta información puede consistir en voz o música (señales de voz) en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora; como a continuación se muestra en la Figura 2.6.



Figura 2.6. Aplicación de los circuitos electrónicos.

Los dispositivos electrónicos se utilizan como herramientas en muchas áreas de la investigación avanzada. En la ilustración vemos un microscopio de electrones de barrido, que emplea electrones para generar una imagen muy ampliada en una pantalla de computadora (Encarta 2002).

Los circuitos electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel utilizable; la generación de ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio (demodulación); el control, como en el caso de la superposición de una señal de sonido a ondas de radio (modulación), y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras (Boylestad, 1996).

Los circuitos integrados han hecho posible la fabricación del microordenador o microcomputadora. Sin ellos, los circuitos individuales y sus componentes ocuparían demasiado espacio como para poder conseguir un diseño compacto. También llamado chip, un circuito integrado típico consta de varios elementos

como reóstatos, condensadores y transistores integrados en una única pieza de silicio. En los más pequeños, los elementos del circuito pueden tener un tamaño de apenas unos centenares de átomos, lo que ha permitido crear sofisticadas computadoras del tamaño de un cuaderno. Una placa de circuitos de una computadora típica incluye numerosos circuitos integrados (Figura 2.7) interconectados entre sí (Encarta, 2002).

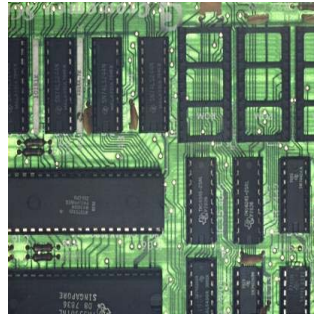


Figura 2.7.- Imagen de circuitos integrados.

El nuevo y amplio campo de la electrónica en los cuerpos sólidos está representado por los transistores (Figura 2.8) y los diodos semiconductores, los primeros dispositivos presentados comercialmente. Estos nuevos dispositivos constituyen, sin duda, la innovación más importante en la electrónica de nuestros días.



Enciclopedia Encarta, H. Schneebeli/Science Source/Photo Researchers, Inc.

Figura 2.8.- Transistores.

El diodo semiconductor es una evolución altamente perfeccionada del detector de cristal utilizado en los primeros receptores de radio del año 1906. Este nuevo dispositivo puede detectar, mezclar y rectificar señales de corriente alterna con gran eficacia y posee una amplia variedad de nuevas e importantes aplicaciones. El transistor fue descubierto en el año de 1948 como resultado de amplios estudios acerca del trabajo de los diodos semiconductores. Su designación deriva de las palabras inglesas *transfer resistor* (resistencia de transferencia) que describen el fenómeno que permite a un dispositivo enteramente sólido amplificar señales eléctricas.

Dentro de unos pocos años, estos dos dispositivos desplazarán los tubos de vacío en muchos de los equipos actuales y se emplearán en una amplia variedad de equipos domésticos, de transportes, industriales, científicos y militares.

No es esta la única importancia de los transistores y diodos semiconductores. Como representantes perfeccionados en el campo de la electrónica de los sólidos, dan una idea anticipada de nuevos dispositivos sólidos que se hallan actualmente en diversas etapas de desarrollo. Estos dispositivos darán como resultados grandes adelantos en la iluminación doméstica e industrial, producción de energía electrónica, conversión de la energía eléctrica en movimiento mecánico, almacenamiento de memoria en los computadores, transmisión de datos a ultraalta velocidad, detección y medida de cambios Físicos y Químicos, ignición electrónica y una amplia variedad de otros aspectos que afectan nuestra vida doméstica e industrial (Valkenburgh,1992).

En general, para ejecutar una determinada función es necesario conectar grandes cantidades de elementos lógicos en circuitos complejos. En algunos casos se utilizan microprocesadores para efectuar muchas de las funciones de conmutación y temporización de los elementos lógicos individuales. Los

procesadores están específicamente programados con instrucciones individuales para ejecutar una determinada tarea o tareas. Una de las ventajas de los microprocesadores es que permiten realizar diferentes funciones lógicas, dependiendo de las instrucciones de programación almacenadas. La desventaja de los microprocesadores es que normalmente funcionan de manera secuencial, lo que podría resultar demasiado lento para algunas aplicaciones. En tales casos se emplean circuitos lógicos especialmente diseñados (Fink, 1984) .

Gracias a los avances de la tecnología y de la automatización, un único trabajador es capaz de controlar las actividades de una fábrica entera mediante un complejo panel de control. En la Figura 2.9, vemos a un trabajador observando los robots de una línea de montaje mientras realizan tareas repetitivas en una planta metalúrgica. La ventana de cristal permite al operador vigilar la aparición de posibles problemas, y al mismo tiempo le protege de los ruidos, el calor y los vapores tóxicos (Encarta 2002).



Figura 2.9.- Panel de control.

Motores de Corriente Alterna

Se diseñan dos tipos básicos de motores para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción. El motor síncrono es

en esencia un alternador trifásico que funciona a la inversa. Los imanes del campo se montan sobre un rotor y se excitan mediante corriente continua, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica. La variación de las tres ondas de corriente en la armadura provoca una reacción magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna, en la Figura 2.10 se muestra un motor de corriente alterna.



Figura 2.10.- Motor de corriente alterna.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no puede utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse. Los motores síncronos pueden funcionar con una fuente de potencia monofásica mediante la inclusión de los elementos de circuito adecuados para conseguir un campo magnético rotatorio.

Los motores con rotores del tipo jaula de ardilla se pueden usar con corriente alterna monofásica utilizando varios dispositivos de inductancia y capacitancia, que alteren las características del voltaje monofásico y lo hagan parecido al bifásico. Estos motores se denominan motores multifásicos o motores de condensador (o de capacidad), según los dispositivos que usen. Los motores de jaula de ardilla monofásicos no tienen un par de arranque grande, y se utilizan motores de repulsión-inducción para las aplicaciones en las que se requiere el par. Este tipo de motores pueden ser multifásicos o de condensador, pero disponen de

un interruptor manual o automático que permite que fluya la corriente entre las escobillas del conmutador cuando se arranca el motor, y los circuitos cortos de todos los segmentos del conmutador, después de que el motor alcance una velocidad crítica. Los motores de repulsión-inducción se denominan así debido a que su par de arranque depende de la repulsión entre el rotor y el estátor, y su par, mientras está en funcionamiento, depende de la inducción. Los motores de baterías en serie con conmutadores, que funcionan tanto con corriente continua como con corriente alterna, se denominan motores universales. Éstos se fabrican en tamaños pequeños y se utilizan en aparatos domésticos (Encarta 2002).

Aplicaciones de la Electricidad, Electrónica y Neumática

Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de realimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de autocorrección. Un ciclo o bucle de realimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, un tamaño o una velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable. La mano robótica, que se puede ver en la Figura 2.11, es capaz de realizar la delicada tarea de recoger un huevo y sostenerlo sin que se rompa. Un sensor de matriz táctil situado en la mitad derecha de este mecanismo envía información a la computadora de control del robot acerca de la presión que debe ejercer la mano robótica. Con esta información, el ordenador de control envía instrucciones a la mano robótica para que afloje, apriete o mantenga la fuerza de agarre que aplica en un determinado momento. Este bucle de retroalimentación se repite continuamente, permitiendo

que la mano robótica se mantenga entre los dos extremos, de dejar caer el huevo o aplastarlo. (Encarta 2002).

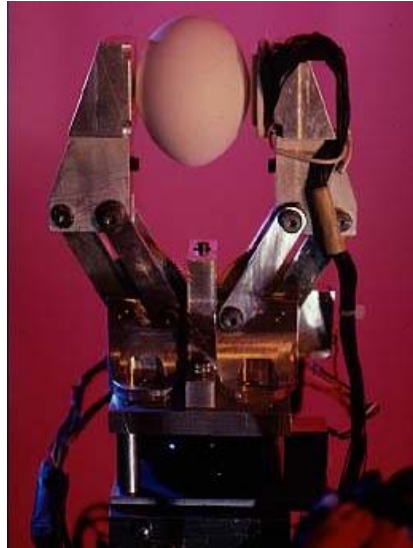


Figura 2.11.- Mano robótica.

La automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana (Figura 2.12). El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semidependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano.



Los robots se utilizan en la industria para automatizar procesos de producción. Con el avance de la tecnología informática, los robots han ido avanzando la capacidad de efectuar tareas cada vez más complicadas (Encarta 2002).

Elementos Neumáticos y Electroneumático

Unidad de Potencia Neumática

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También deberá tomarse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción. Se distinguen dos tipos básicos de compresores como lo muestran las Figuras 2.14 y 2.15.



Figura 2.13.- Compresor ordinario silenciadores.



Figura 2.14.- Compresor de pistón.

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina). A través de la Figura 2.15 que a continuación se presentan y se da a conocer la clasificación de lo tipos de compresores existentes:

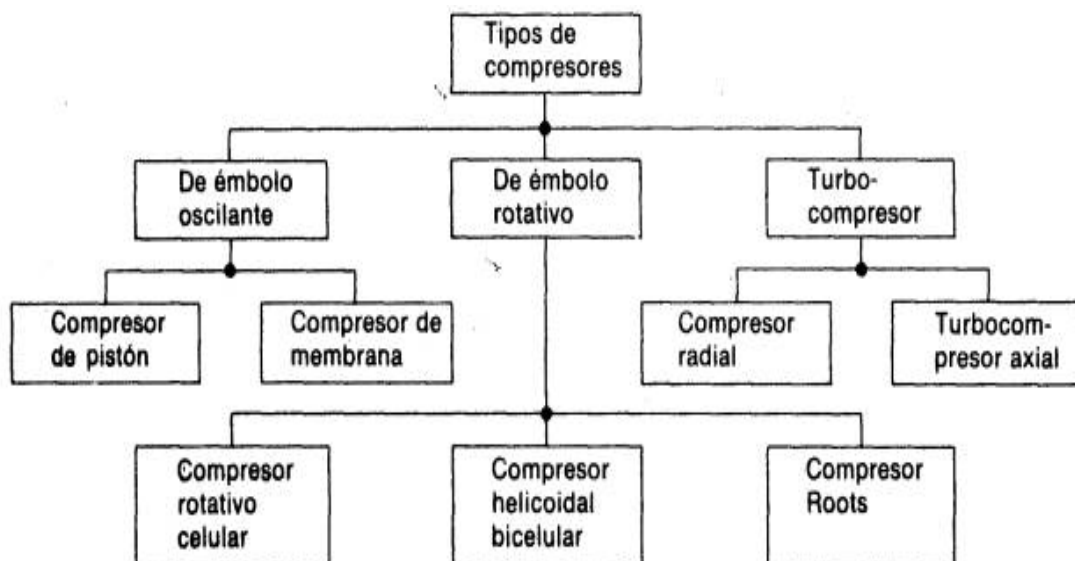


Figura 2.15.- Clasificación de compresores.

Compresor de Émbolo Oscilante

Este es el tipo de compresor más difundido actualmente (Figura 2.16). Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).

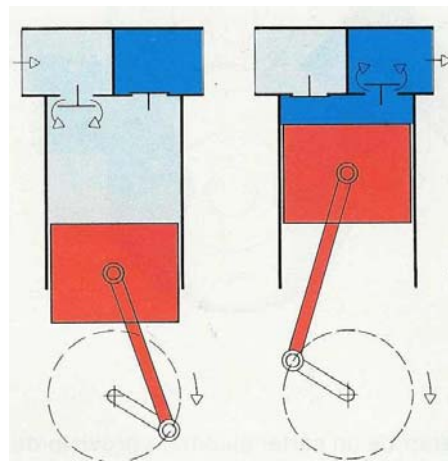


Figura 2.16.- Compresor de émbolo oscilante.

Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es, en conformidad con la relación, más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema de refrigeración.

Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:

Hasta 400 kPa (4 bar), 1 etapa.

Hasta 1,500kPa (15 bar), 2 etapas.

Más de 1,500 kPa (15 bar), 3 etapas.

No resulta siempre económico, pero también puede utilizarse compresores:

De 1 etapa, hasta 1,200 kPa (12 bar).

De 2 etapas, hasta 3,000 kPa (30 bar).

De 3 etapas, hasta 22,000 kPa (220 bar).

Compresor de Membrana

Este tipo forma parte del grupo de compresores de émbolo. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto, en todo caso, el aire comprimido estará exento de aceite (Figura 2.17). Estos, compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias farmacéuticas y químicas.

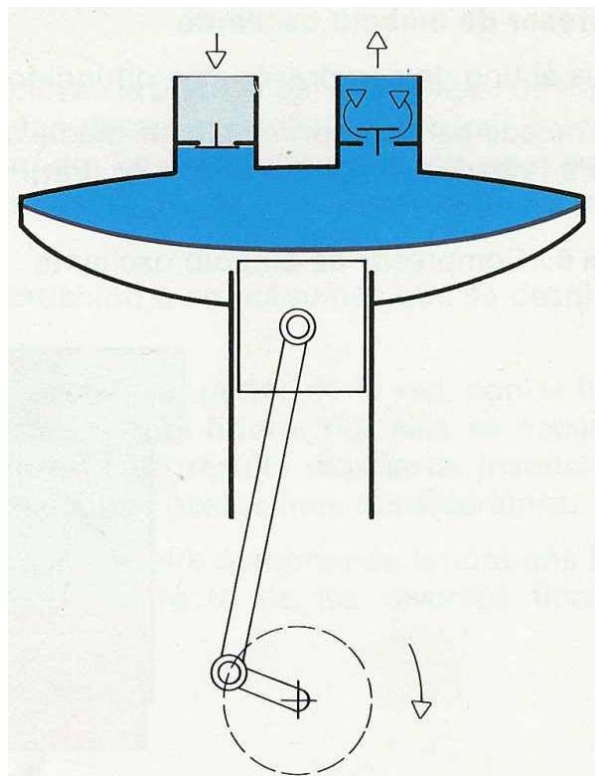


Figura 2.17.- Compresor de membrana.

Compresor de Émbolo Rotativo

Consiste en un émbolo que está animado de un movimiento rotatorio. El aire es comprimido por la continua reducción del volumen en un recinto hermético (Figura 2.18).

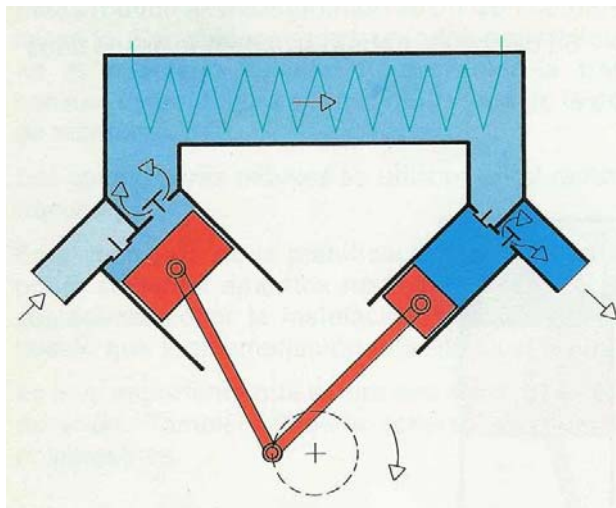


Figura 2.18.- Compresor de dos etapas con refrigeración interna.

Compresor Rotativo Multicelular

Un rotor excéntrico gira en el interior de un cárter cilíndrico provisto de ranuras de entrada y de salida. Las ventajas de este compresor residen en sus dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas.

El rotor está provisto de un cierto número de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared del cárter. Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente (Figura 2.19).

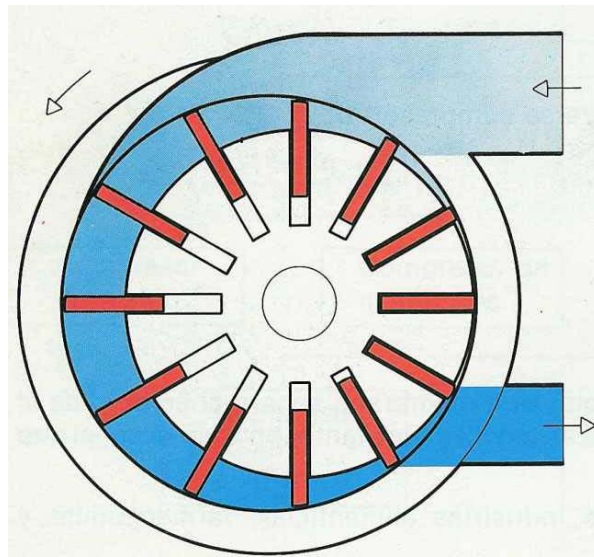


Figura 2.19.- Compresor rotativo multicelular.

Compresor de Tornillo Helicoidal de Dos Ejes

Dos tornillos helicoidales que engranan con sus perfiles cóncavo y convexo impulsan hacia el otro lado el aire aspirado axialmente (Figura 2.20).

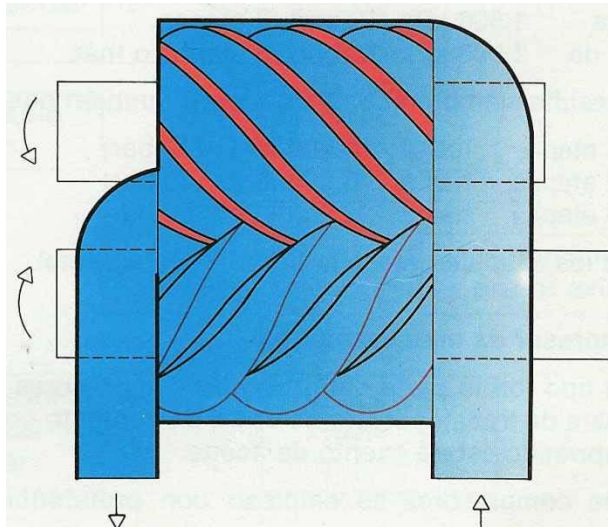


Figura 2.20.- Compresor de tornillo helicoidal.

Compresor Rotos

En estos compresores, el aire es llevado de un lado a otro sin que el volumen sea modificado. En el lado de impulsión, la estanqueidad se asegura mediante los bordes de los émbolos rotativos (Figura 2.21).

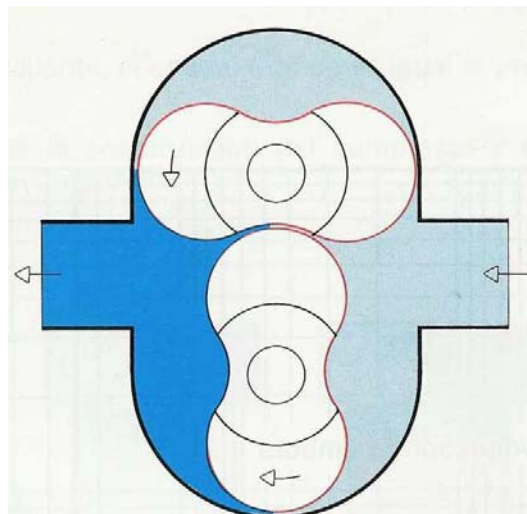


Figura 2.21.- Compresor roots.

Turbocompresores

Trabajan según el principio de la dinámica de los fluidos, y son muy apropiados para grandes caudales. Se fabrican de tipo axial (Figura 2.22) y radial (Figura 2.23) . El aire se pone en circulación por medio de una o varias ruedas de turbina. Esta energía cinética se convierte en una energía elástica de compresión. La rotación de los alabes acelera el aire en sentido axial de flujo.

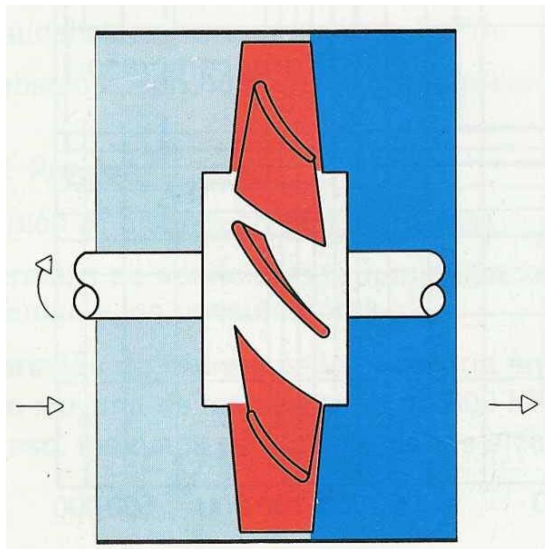


Figura 2.22.- Compresor axial.

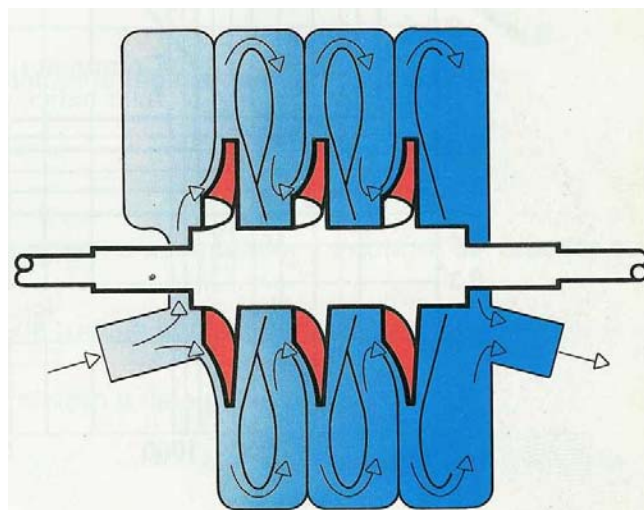


Figura 2.23.- Compresor radial.

Aceleración progresiva de cámara a cámara en sentido radial hacia afuera; el aire en circulación regresa de nuevo al eje. Desde aquí se vuelve a acelerar hacia afuera (Meixner/Kobler, 1988).

Elección del Compresor

Caudal

Por caudal se entiende como la cantidad de aire que suministra el compresor. Existen dos conceptos.

- 1.El caudal teórico.
- 2.El caudal efectivo o real.

En el compresor de émbolo oscilante, el caudal teórico es igual al producto de cilindrada *velocidad de rotación*. El caudal efectivo depende de la construcción del compresor y de la presión. En este caso, el rendimiento volumétrico es muy importante (Figura 2.24).

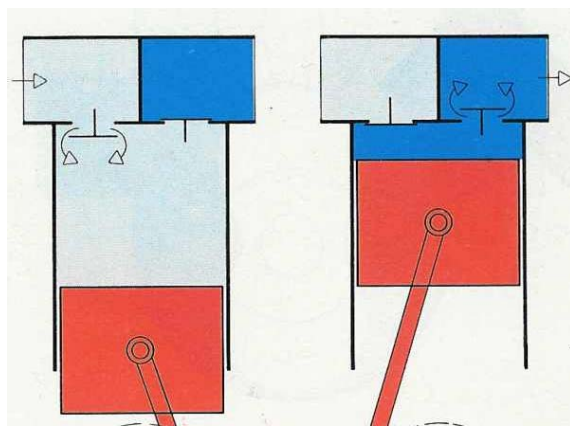


Figura 2.24.- Compresor de embolo oscilante.

Es interesante conocer el caudal efectivo del compresor. Sólo éste es el que acciona y regula los equipos neumáticos. El caudal se expresa en m^3/min ó m^3/h ; no obstante, son numerosos los fabricantes que solamente indican el caudal teórico.

Presión

También se distinguen dos conceptos:

La *presión de servicio* es la suministrada por el compresor y acumulador (Figura 2.25), y esta presión existe en las tuberías que alimentan a los consumidores.

La *presión de trabajo* es la necesaria en el puesto de trabajo considerado. En la mayoría de los casos, es de 600 kPa (6 bar). Por eso, los datos de servicio de los elementos se refieren a esta presión.

Para garantizar un funcionamiento fiable y preciso es necesario que la presión tenga un valor constante. De ésta dependen :

- la velocidad
- las fuerzas
- el desarrollo secuencial de las fases de los elementos de trabajo.

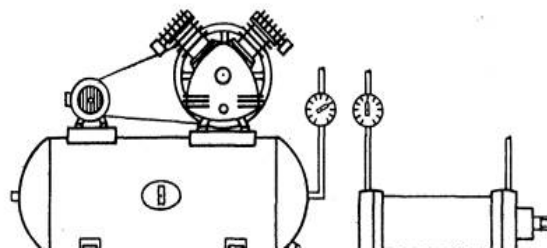


Figura 2.25.- Vista de un compresor completo.

Accionamiento

Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna. En la industria, en la mayoría de los casos los compresores se arrastran por medio de un motor eléctrico (Figura 2.27).

Si se trata de un compresor móvil, éste en la mayoría de los casos se acciona por medio de un motor de combustión ya sea con gasolina o diesel (Figura 2.26).

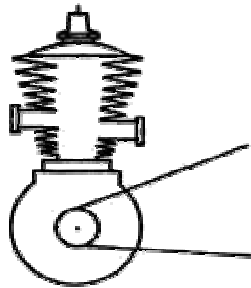


Figura 2.26.- Motor de combustión interna.

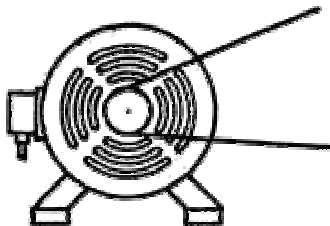


Figura 2.27.- Motor eléctrico.

Regulación

Al objeto de adaptar el caudal suministrado por el compresor al consumo que fluctúa, se debe proceder a ciertas regulaciones del compresor. El caudal varía entre dos valores límites ajustados (presiones máxima y mínima). Existen diferentes clases de regulaciones, las cuales se mencionan a continuación:

Regulación de Marcha en Vacío

a) *Regulación por escape a la atmósfera.*- En esta simple regulación se trabaja con una válvula reguladora de presión a la salida del compresor (Figura 2.28). Cuando en el depósito (red) se ha alcanzado la presión deseada, dicha válvula abre el paso y permite que el aire escape a la atmósfera. Una válvula antirretorno impide que el depósito se vacíe (sólo en instalaciones muy pequeñas).

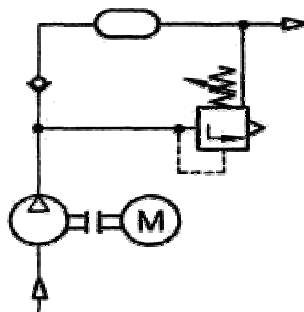


Figura 2.28.- Regulación por escape a la atmósfera.

b) *Regulación por aislamiento de la aspiración.*- En este tipo de regulación se bloquea el lado de aspiración (Figura 2.29). La tubuladura de aspiración del compresor está cerrada. El compresor no puede aspirar y sigue funcionando en el

margen de depresión. Esta regulación se utiliza principalmente en los compresores rotativos y también en los de émbolo oscilante.

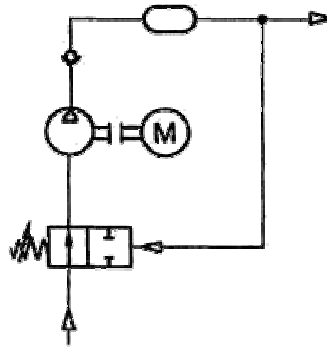


Figura 2.29.- Regulación por aislamiento.

c) *Regulación por apertura de la aspiración.*- Se utiliza en compresores de émbolo de tamaño mayor (Figura 2.30). Por medio de una mordaza se mantiene abierta la válvula de aspiración y el aire circula sin que el compresor lo comprima. Esta regulación es muy sencilla.

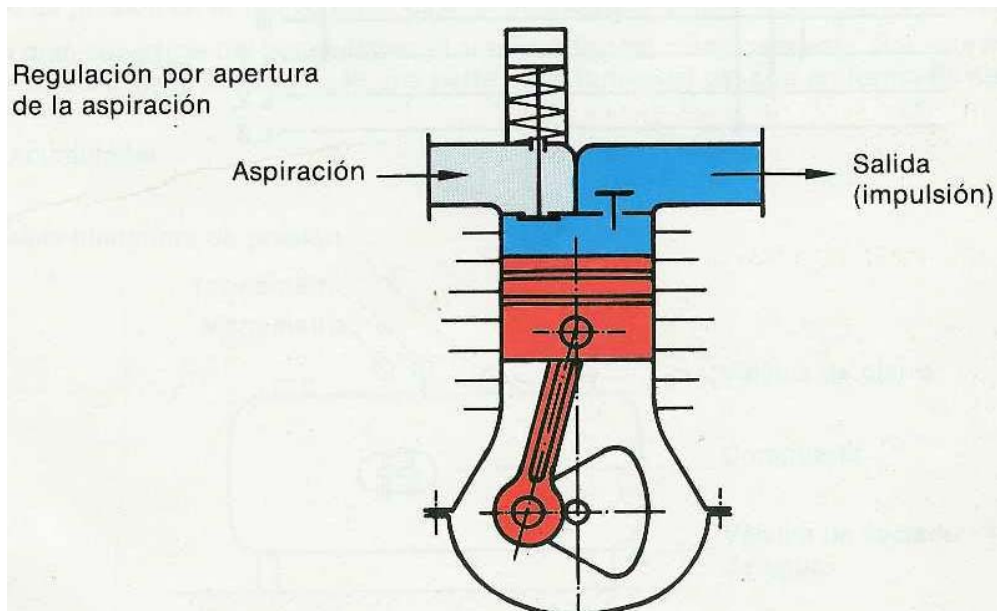


Figura 2.30.- Regulación por apertura de la aspiración.

Regulación de Carga Parcial

a) *Regulación de la velocidad de rotación.*- El regulador de velocidad del motor de combustión interna se ajusta en función de la presión de servicio deseada, por medio de un elemento de mando manual o automático.

Si el accionamiento es eléctrico, la velocidad de rotación puede regularse de forma progresiva empleando motores de polos conmutables. No obstante, este procedimiento no es muy utilizado.

b) *Regulación del caudal aspirado.*- Se obtiene por simple estrangulación de la tubuladura de aspiración. El compresor puede ajustarse así a cargas parciales predeterminadas. Este sistema se presenta en compresores rotativos o en turbocompresores.

Regulación por Intermitencias

Con este sistema (Figura 2.31), el compresor tiene dos estados de servicio (funciona a plena carga o está desconectado). El motor del compresor se para al alcanzar la presión máxima (P_{max}). Se conecta de nuevo y el compresor trabaja, al alcanzar el valor mínimo (P_{min}).

Los momentos de conexión y desconexión pueden ajustarse mediante un presóstato. Para mantener la frecuencia de conmutación dentro de los límites admisibles, es necesario prever un depósito de gran capacidad.

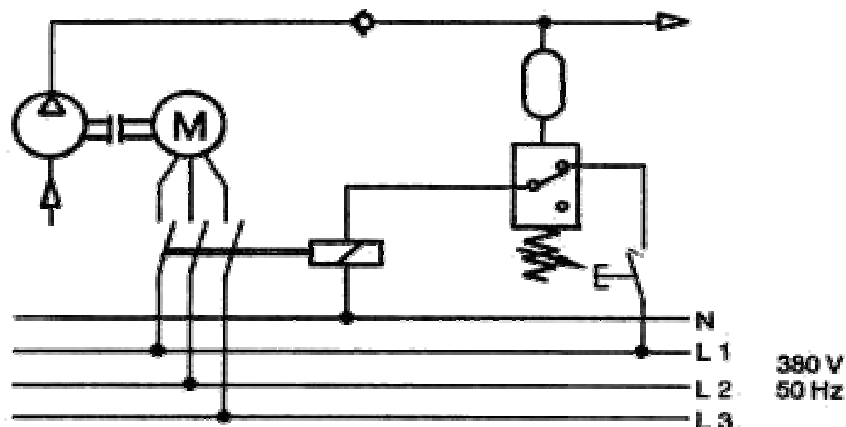


Figura 2.31.- Regulación intermitente.

Acumulador de Aire Comprimido

El acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido (Figura 2.34). Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido.

Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua.

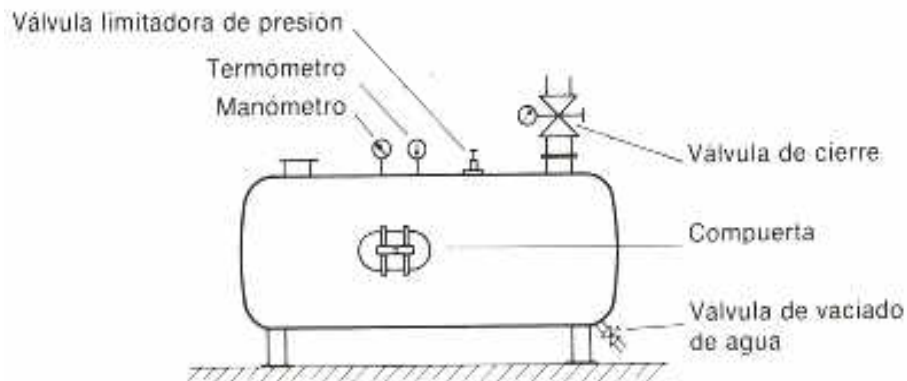


Figura 2.32.- Partes esenciales de un acumulador.

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende:

- Del caudal de suministro del compresor
- Del consumo de aire
- De la red de tuberías (volumen suplementario)
- Del tipo de regulación
- De la diferencia de presión admisible en el interior de la red.

Determinación del acumulador cuando el compresor funciona Intermitentemente. El tamaño de un acumulador puede determinarse según el diagrama que se muestra posteriormente en el Anexo 1.

Ejemplo :

Caudal	$\varpi = 20 \text{ m}^3/\text{min.}$
Frecuencia de conmutación/h	$z = 20$
Diferencia de presión	$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$
Capacidad del acumulador	$V_B = ?$
Resultado	
Capacidad del acumulador	$V_B = 15 \text{ m}^3 \text{ (véase diagrama)}$

Distribución del Aire Comprimido

Como resultado de la racionalización y automatización de los dispositivos de fabricación, las empresas precisan continuamente una mayor cantidad de aire. Cada máquina y mecanismo necesita una determinada cantidad de aire, siendo abastecido por un compresor, a través de una red de tuberías.

El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el depósito y el consumidor no sobrepase 10 kPa (0,1 bar). Si la caída de presión excede de este valor, la rentabilidad del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. En la planificación de instalaciones nuevas debe preverse una futura ampliación de la demanda de aire, por cuyo motivo deberán dimensionarse generosamente las tuberías. El montaje posterior de una red más importante supone costos dignos de mención. (http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm).

Unidad de Mantenimiento

La unidad de mantenimiento (Figura 2.33 y 2.34) representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido.
- Regulador de presión.
- Lubricador de aire comprimido.
- Medidor de la presión (manómetro).

Las consideraciones que se deben de tomar en cuenta para prolongar la vida útil son:

- Los caudales con los que se debe de trabajar son los recomendados por el fabricante ya que si es de esta manera se puede producir en el interior de la unidad de mantenimiento una caída de presión grandísima.
- De igual manera se deben de respetar los parámetros de temperatura que se especifican por fabricante.
- Se debe de revisar periódicamente el cartucho filtrante para cerciorarse que no se obstruya por el almacenamiento de impurezas del aire.
- Estar checando que el nivel del agua de condensación sea el adecuado para evitar que el agua sea desplazada o transportada por el caudal del aire hacia las tuberías. De igual manera el nivel de aceite. (<http://www.automationde-pot.com.co/prods/sens/neumat.htm>).



Figura 2.33.- Vista superficial de la unidad de mantenimiento.

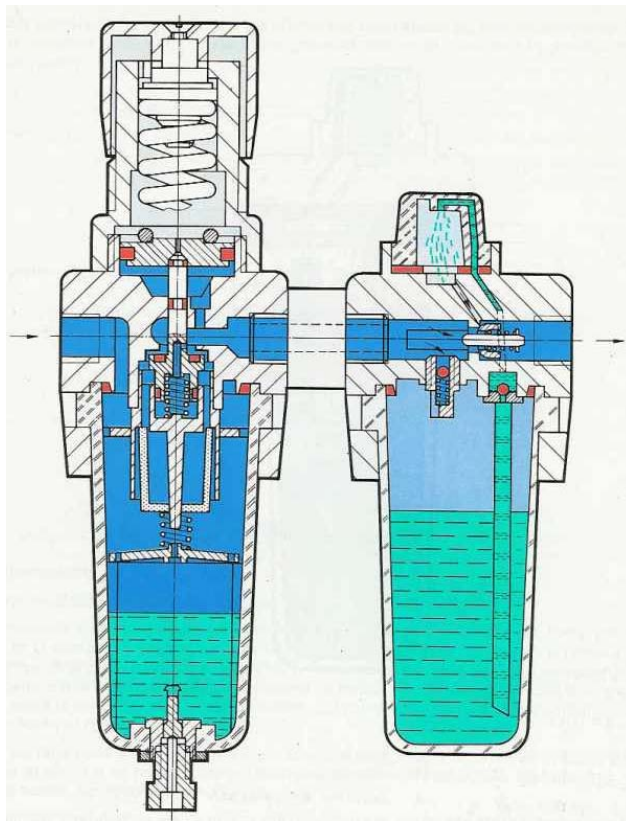


Figura 2.34.- Vista interna de la unidad de mantenimiento.

Tipos de Cilindros

En general los cilindros neumáticos son de dos tipos de simple efecto y de doble efecto.

Cilindros de Simple Efecto

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido (Figura 2.35 y 2.36). No pueden realizar trabajos solamente en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de una muelle incorporado o de una fuerza externa. En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, 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 y alimentar.

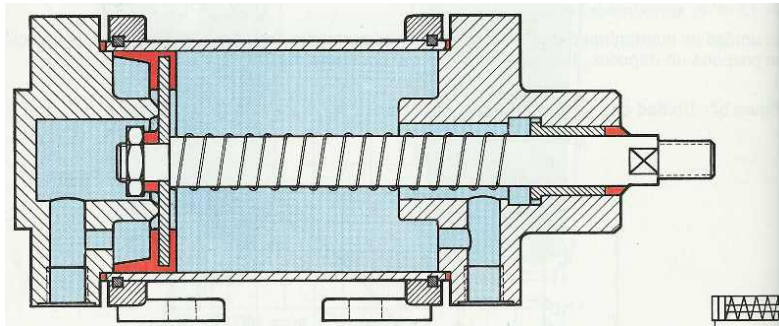


Figura 2.35.- Vista interna del cilindro de simple efecto.



Figura 2.36.- Vista superficial del cilindro de simple efecto.

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. Los cilindros de doble efecto (Figura 2.37 y 2.38) 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.

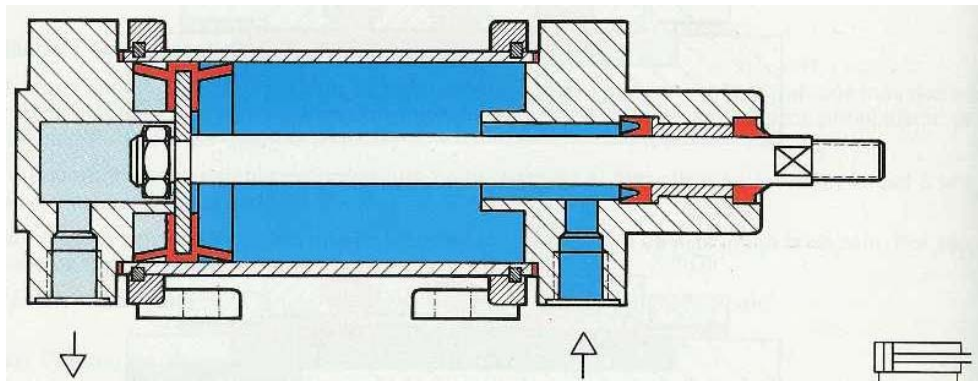


Figura 2.37.- Vista interna del cilindro de doble efecto.



Figura 2.38.- Cilindro de doble efecto.

Sistemas Convertidores Electroneumáticos

Al aplicar en la práctica mandos con aire comprimido y corriente eléctrica, es preciso el empleo de sistemas convertidores. Por la aplicación de los

convertidores pueden ponerse en evidencia las ventajas de ambos sistemas. En estos sistemas convertidores se trata de válvulas electromagnéticas, que tienen el cometido, de convertir las señales eléctricas en señales neumáticas. Tales válvulas electromagnéticas constan de una válvula neumática y de una parte eléctrica de mando (cabeza de electroimán).

Electroválvulas 3/2 Vías, con Accionamiento Manual Auxiliar.

Al aplicar una señal eléctrica a la bobina, se origina un campo magnético, que hace que la armadura se levante de su asiento, ocupando la posición superior. Por una señal eléctrica en la bobina, se origina un campo magnético, que hace que la armadura se levante de su asiento, ocupando la posición superior. El aire comprimido fluye desde la entrada 1 (P) hacia la salida 2 (A); el orificio de escape 3 (R), existente en el tubo del imán, queda cerrado por la armadura. Al anular en la bobina el campo magnético, el muelle de reposicionamiento vuelve a empujar la armadura sobre el asiento obturador. El paso del aire comprimido de 1 (P) hacia 2 (A) queda bloqueado; el aire comprimido del conducto de trabajo escapa a través de la conexión 2 (A) hacia 3 (R) en el tubo del imán. También aquí facilita el accionamiento auxiliar un conmutado manual de esta electroválvula 3/2 vías. En este elemento se aplica en mandos provistos de cilindros de simple efecto, en el mando de otras válvulas y en la conexión y desconexión de aire comprimido en mandos. Ambas posiciones se muestran en las Figuras 2.39 y 2.40.

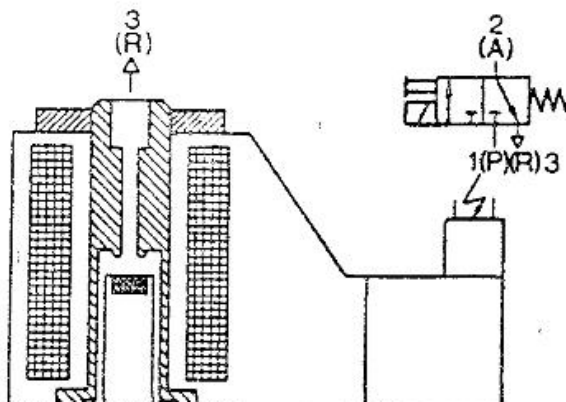


Figura 2.39.- Posición de reposo.

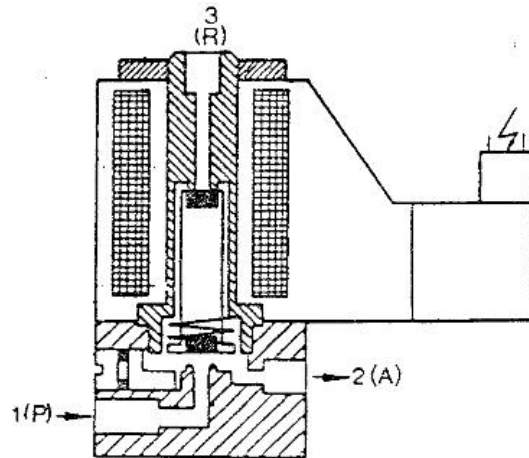


Figura 2.40.- Posición de accionamiento.

Electroválvulas 3/2 Vías, Abierta en Posición de Reposo.

Es otro tipo de válvula de asiento con 2 posiciones de conmutación posibles, siendo su posición de reposo la abierta. El aire comprimido fluye de 1 (P) hacia 2 (A). La válvula conmuta existiendo una señal eléctrica en la bobina. El conducto 2 (A) queda desaireado a través de 3 (R), manteniéndose la armadura bloqueando la conexión 1 (P). Esta válvula encuentra aplicación, cuando un cilindro en posición básica ha de encontrarse en la posición final delantera, o cuando ha de existir una señal en un punto cualquiera, sin que exista una señal eléctrica. Posteriormente en las Figuras 2.41 y 2.42, se muestran las dos posiciones de la válvula.

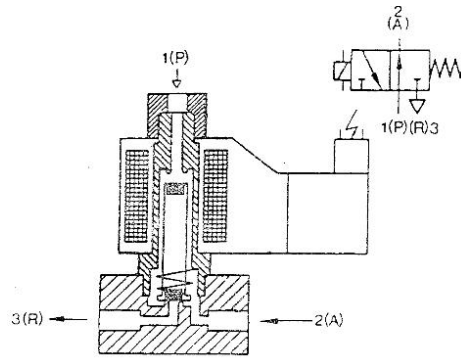


Figura 2.41.- Posición de reposo.

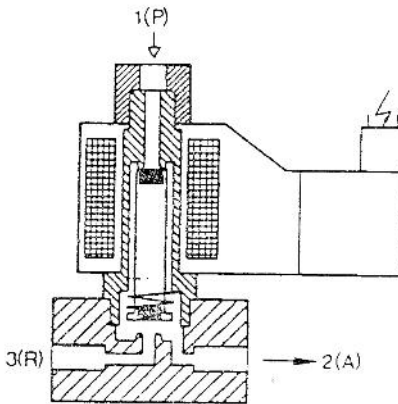


Figura 2.42.- Posición de accionamiento.

Electroválvula 5/2 Vías (Servopilotaje y Accionamiento Manual Auxiliar).

Esta válvula se encarga con su función de los mismos cometidos que la electroválvula 4/2 vías. Aquí se trata de otro principio de construcción (Figura 2.43). En las electroválvulas 4/2 vías se trata de asiento puras; la electroválvula 5/2 vías en cambio es una válvula de asiento de corredera. Una señal eléctrica dispara un conmutado de la armadura. Por el canal de aire fluye el aire comprimido hacia el émbolo de válvula y lo conmuta. Con un disco obturador (válvula de asiento) queda establecido, en el centro de la válvula, el paso de 1(P) hacia 2 (A) o hacia 4 (B). El escape tiene lugar de 2 (A) hacia 3 (R) o bien de 4 (B) hacia 5 (S). Anulando la señal eléctrica queda ocupada la posición básica, 1 (P)

hacia 4 (B), debido al muelle de reposición. A continuación se muestran las posiciones de la electroválvula.

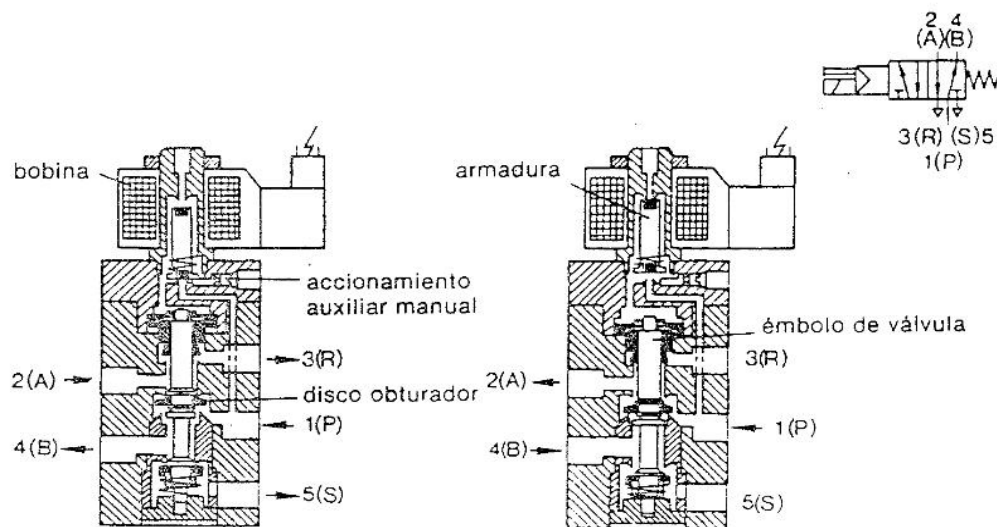


Figura 2.43.- Lado izquierdo posición en reposo y lado derecho posición de accionamiento.

Electroválvula 5/2 Vías (Impulso Eléctrico en Ambos Lados).

Al igual que en la electroválvula 4/2 vías, también se requieren de dos señales eléctricas que son para el accionamiento y el retroceso de la electroválvula (Figura 2.44). Sólo que en lo referente al principio de construcción es una válvula de asiento longitudinal y no una válvula de corredera y cursor plano. El conducto 4 (B) es puesto a escape por separado a través del conducto 5 (S). También aquí se trata de un válvula con servopilotaje (Meixner/Sauer 1990).

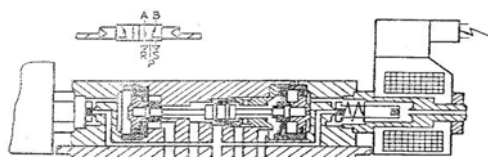


Figura 2.44.- Parte superior posición en reposo, parte inferior posición accionada.

En la Figura 2.45 se pueden apreciar los diferentes tipos de electroválvulas neumáticas.

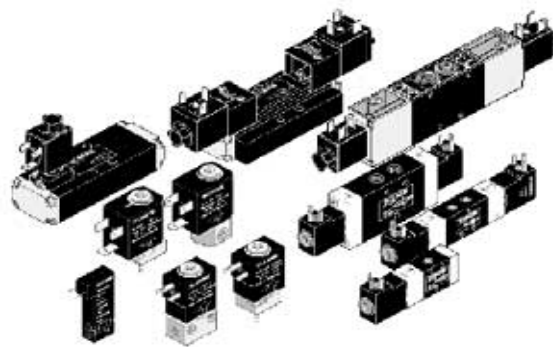


Figura 2.45.- Diversidad de electroválvulas.

Relevadores

Comúnmente conocidos como « Relés », los cuales son elementos que conectan y mandan con un coste energético relativamente bajo. Los relevadores se aplican preferentemente para el procesamiento de señales. El relevador se puede contemplar como un interruptor accionado electromagnéticamente, para determinadas potencias de ruptura. Antes se utilizaban principalmente como amplificadores en la telecomunicación. Hoy en día se recurre a los relevadores para cometidos de mando o regulación en máquinas e instalaciones. En la práctica, un relevador ha de satisfacer determinadas exigencias:

- Ampliamente exento de mantenimiento.
- Alta frecuencia de conexiones.
- Conexión tanto de muy pequeñas, como también de relativamente altas intensidades y tenciones.
- Alta velocidad funcional, es decir tiempos de conmutación cortos.

El funcionamiento de los relevadores se da aplicando tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina. Dicha armadura, a su vez, está unida mecánicamente a los contactos, que llegan a abrirse o a cerrarse. Esta posición de conexión durará, mientras esté aplicada la tensión. Una vez desaparezca la tensión, se desplazara la armadura a la posición inicial, debido a la fuerza del resorte.

En la práctica se utilizan símbolos para los relevadores, para facilitar mediante una representación sencilla la lectura de esquemas de circuito. El relevador recibe las designaciones «A1» y «A2» (conexiones de la bobina). También tienen 4 contactos de cierre, la Figura 2.46 lo muestra claramente. Por lo demás se recurre a las designaciones numéricas 13/14, 23/24, 33/34, 43/44; la primera cifra es una numeración continua de los contactos. La segunda cifra, en el presente ejemplo siempre $\frac{3}{4}$, que indica que se trata de un contacto normalmente cerrado.

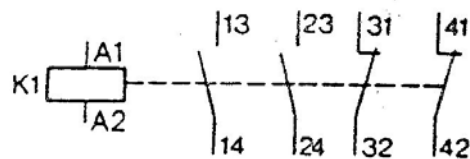


Figura 2.46.- Esquema de un relevador normalmente cerrado.

En la Figura 2.47, se trata de un relevador con 4 contactos de apertura. También aquí se efectúa la numeración continua. Por la cifra ½ indica, que se trata de contactos normalmente abiertos.

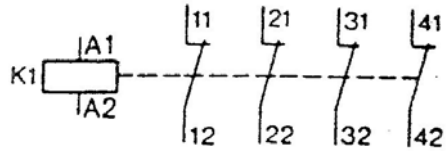


Figura 2.47.- Esquema de relevador normalmente abierto.

Cuando hacen falta contactos distintos, se emplean relés con contactos de apertura y de cierre en un mismo elemento (Figura 2.48). La designación numérica es una gran ayuda en la práctica. Facilita considerablemente la conexión de relevadores.

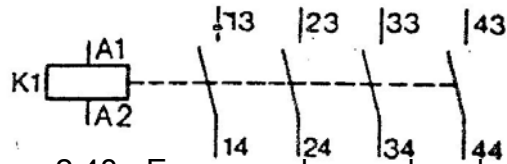


Figura 2.48.- Esquema de un relevador combinado.

Existen razones de peso para que tenga todavía un sitio en el mercado, pese a la era electrónica, por lo que a continuación se mencionan sus ventajas :

- Adaptación fácil para diferentes tensiones de servicio.
- En gran medida térmicamente independientes frente a su entorno. A temperaturas de 80° C (353 K) hasta -40° C (233 K) aproximadamente, trabajan los relevadores, todavía con seguridad.
- Resistencia relativamente alta entre los contactos de trabajo desconectados.
- Permite la conexión de varios circuitos independientes.

- Existe una separación galvánica entre el circuito de mando y el circuito principal.

Por tales ventajas cumplidas en la práctica, ocupara el relevador, como elemento de conexión en electrónica, un sitio importante en el futuro. No obstante, el relevador, como todo elemento, tiene sus desventajas, por lo que se enlistan en seguida :

- Abrasión de los contactos de trabajo por arco voltaico y también oxidación de los contactos.
- El espacio necesario en comparación con los transistores.
- Ruidos en el proceso de conmutación.
- Velocidad conmutadora limitada de 3 a 17 ms.
- Influencias por suciedades (polvo) en los contactos (Meixner/Sauer 1990).

Los relevadores de estado sólido tienen grandes ventajas sobre los electromecánicos, entre ellos no tienen partes mecánicas y su vida útil, si se usan dentro de sus características es ilimitada. Los hay en paso por cero o disparo aleatorio para control de fase. Pueden manejar grandes potencias en tamaños reducidos. Los hay para montaje en panel (Figura 2.49), o para circuito impreso, con disparo de CD o CA y contactos de CA y CD.



Figura 2.49.- Relevador Triple.

Detectores de Proximidad

También conocidos como finales de carrera sin contacto, se pueden accionar magnéticamente, al detectar la aproximación de algún objeto. Son especialmente ventajosos, cuando hace falta un gran número de maniobras. También encuentran aplicación, cuando no existe sitio para el montaje de un interruptor final mecánico o cuando lo exigen determinadas influencias ambientales (polvo, arena o humedad). Para electroneumática se pueden encontrar como inductivos y capacitivos. La diferencia entre ellos es que los inductivos (Figura 2.50) detectan solo metales, y los capacitivos (Figura 2.51) reaccionan a todos los objetos.

El inductivo mostrado en la Figura 2.50, conmuta de 0 a 8 mm. frecuencia máxima de conmutación de 200 Hz, con diodo de luminiscencia de accionamiento. El capacitivo mostrado en la figura 2.58, conmuta de 0 a 20 mm. frecuencia máxima de conmutación es de 10 Hz y un diodo de luminiscencia de accionamiento.

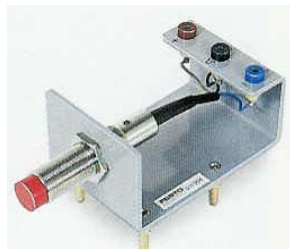


Figura 2.50.- Detectores de proximidad inductivos.



Figura 2. 51.- Detector de proximidad capacitivo.

Elementos Eléctricos para la Entrada de Señales.

Tales elementos tienen el cometido, de introducir en el ámbito del tratamiento de señales, las señales procedentes de los diferentes puntos de un mando (instalación), ello con diferentes tipos y tiempos de accionamiento de diferente duración. Cuando el control de tales elementos sucede por la unión de contactos eléctricos, se hable de un mando por contacto, en caso contrario de mando sin contacto o electrónico. En cuanto a la función se distingue entre los elementos contacto de cierre (Figura 2.52), contacto de apertura (Figura 2.53) y contacto de conmutación (Figura 2.54).

El contacto de cierre tiene el cometido de cerrar el circuito, el de apertura ha de abrir el circuito y el de conmutación abre y cierra el circuito.

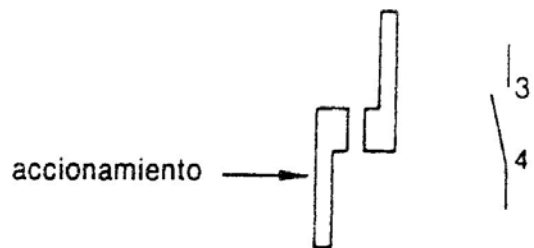


Figura 2.52.- Contacto de cierre.

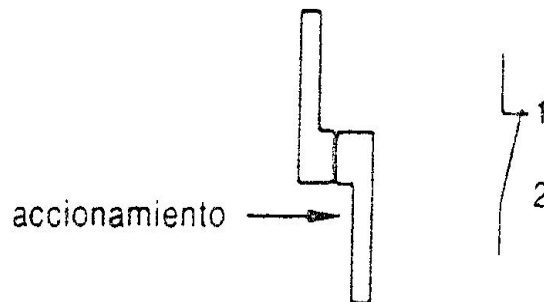


Figura 2.53.- Contacto de apertura.

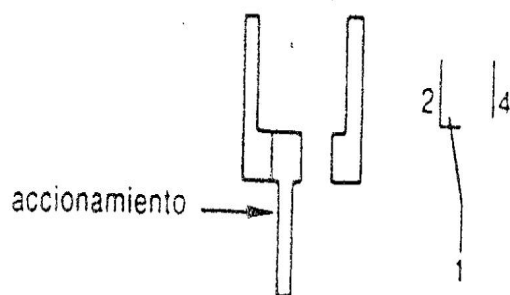


Figura 2.54.- Contacto de conmutación.

Botones Pulsadores

Estos al ser accionados provocan el cambio de estado del contacto; después de la acción terminada, el contacto vuelve a su estado inicial, por lo cual estará listo para accionarse las veces que sean necesarias en las operaciones siguientes.

Para que una máquina o instalación pueda ponerse en movimiento, hace falta un elemento que introduzca la señal. Un pulsador, es un elemento tal, que ocupa en el accionamiento continuo la posición deseada de conexión.

La Figura 2.55, muestra ambas posibilidades, es decir como contacto normalmente cerrado y normalmente abierto. Al accionar el pulsador, actúa el elemento móvil de conexión en contra de la fuerza del muelle, uniendo los contactos (contacto de cierre) o separándolos (contacto de apertura). Haciendo esto está el circuito cerrado o interrumpido. Al soltar el pulsador, procura el muelle la reposición a la posición inicial.

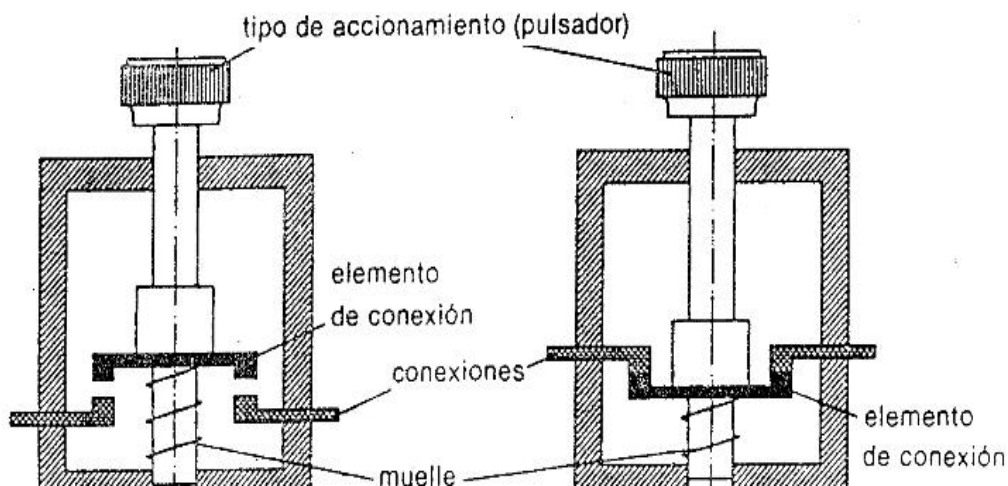


Figura 2.55.- A la izquierda se muestra un pulsador de contacto de cierre y a la derecha un pulsador de contacto de apertura.

En la Figura 2.56, se muestran ambas posiciones, es decir contacto de cierre y de apertura, están ubicadas en un solo cuerpo. Al accionar el pulsador quedan libres los contactos del contacto de apertura e interrumpe el circuito. En el contacto de cierre establece el elemento de conexión entre los empalmes, quedando cerrado el circuito. Soltando el pulsador lleva el muelle los elementos de conexión a la posición inicial.

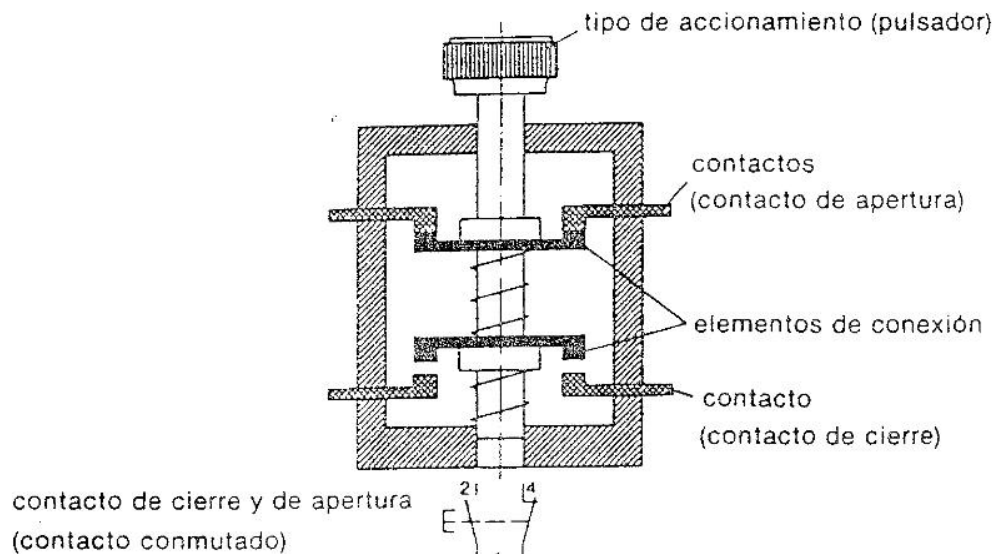


Figura 2.56.- Pulsador de contacto conmutado.

Este bloque esta conformado con 8 salidas provistas de enchufes rápidos, de esta forma este componente es práctico y versátil. También esta complementado con una válvula corredera manual, con la función de dar paso al flujo de aire comprimido y abastecer la de manda de este flujo. Existen diversos diseños y en la Figura 2.57 se muestra un tipo de bloque distribuidor.

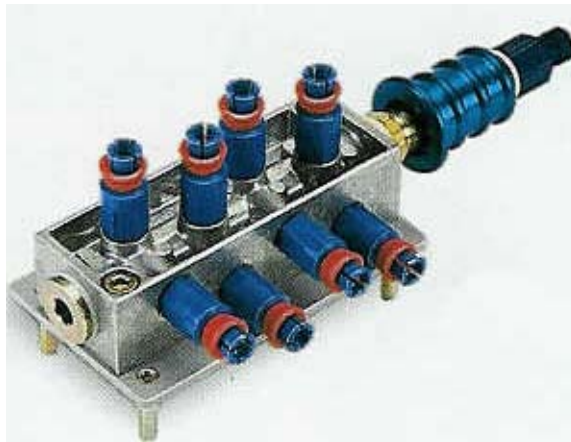


Figura 2.57.- Bloque distribuidor con válvula corredera manual.

Conexiones Tipo Banana Macho.

Estas conexiones son caracterizadas por la facilidad de conectarse entre si y a los componentes de señal eléctrica que unen, son muy prácticos y versátiles (Figura 2.58). Son de 4 mm de diámetro, suelen ser de color rojo y azul, las medidas comerciales (algunas son : 500 y 1000 mm) son variadas por la diversidad de uniones que se suelen realizar.

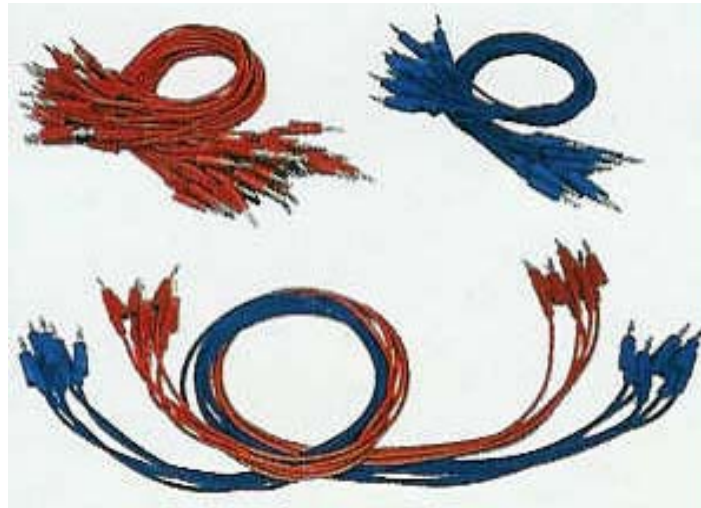


Figura 2.58.- Conexiones tipo banana macho.

Conexiones Tipo Banana Hembra.

Estos al igual que los machos son versátiles y prácticos, son unidas a cables que salen de algún componente y se requiere que sea de conexión rápida (Figuras 2.59 y 2.60). El diámetro de la entrada del macho mide aproximadamente 4.5 mm y están ensamblados a una placa y conectados por cable al componente.



Figura 2.59.- Conexiones bananas hembra.



Figura 2.60.- Conexiones bananas hembra desarmados.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

El presente trabajo se desarrollo en las instalaciones de la Universidad y en el taller de la empresa aceros, fabricación y maquilas S.A. (CAFAMSA).

Componentes Neumáticos

Descripción	Cant.
Unidad de Mantenimiento.	1
Pistones de doble efecto.	3
Mangueras de 0.6 cm de diámetro por 2000 cm	1
Distribuidor de presión.	1
Válvulas neumáticas 5/2, con resorte en el retroceso	5

Componentes Eléctricos y Electroneumáticos

Descripción	Cant.
Electroválvula 5/2, normalmente cerrada de 120 volts.	1
Electroválvula 5/2, normalmente cerrada de 24 volts.	1
Electroválvula 3/2, normalmente cerrada de 24 volts.	1
Electroválvula 5/2, de 24 volt.	3
Electroválvula 3/2, accionamiento por solenoide, monoestable.	1
Controlador Lógico Programable (PLC).	1

Sensores inductivos, de proximidad.	6
Pulsadores eléctricos.	3
Relevadores.	6
Cable eléctrico No. 14, 16, 18, 22 por 2000 cm de largo c/u	1
Compresor de ¼ H.P.	1
Arrancador para motor.	1
Conectores tipo banana macho.	60
Conectores tipo banana hembra.	128
Arrancador de motor eléctrico.	1
Interruptores térmicos	3

Componentes de la Estructura

Descripción	Cant.
PTR 3.2 X 3.2 X 125 calibre 0.3175 cm.	14
PTR 3.2 X 3.2 X 72 calibre 0.3175 cm.	4
PTR 3.2 X 3.2 X 70 calibre 0.3175 cm.	4
PTR 3.2 X 3.2 X 63.6 calibre 0.3175 cm.	2
PTR 3.2 X 3.2 X 16.5 calibre 0.3175 cm.	8
PTR 3.2 X 3.2 X 3 calibre 0.3175 cm.	4
Placa de aluminio calibre 10 (0.34 cm.), 30 X 125 cm.	1
Riel de Aluminio piezas de 125 cm.	10
Tornillos de 0.3175 X 2.54 cm. (1/8 X 1")	8
Tornillos de 0.3968 X 2.54 cm. (5/32 X 1")	15
Tornillos de 0.3968 X 3.81 cm. (5/32 X 1½")	25
Tornillos de 0.3968 X 7.72 cm. (5/32 X 3")	4

Tornillos de 0.4762 X 1.27 cm. (3/16 X 1/2")	2
Tornillos de 0.635 X 5.08 cm. (1/4 X 2")	2
Tornillos de 0.635 X 6.35 cm. (1/4 X 2 1/2")	5
Tornillos de 0.635 X 7.62 cm. (1/4 X 3")	6
Tornillos de 0.7937 X 2.54 cm. (5/16 X 1")	16
Tornillos de 0.7937 X 7.62 cm. (5/16 X 3")	4
Pijas de 0.635 X 1.27 cm. (1/4 X 1/2")	16
Remaches de 0.635 X 1.90 5 cm. (1/4 X 3/4")	16
Silicón de 300 ml.	1
Ruedas tipo pesado de placa fija de 4" de diámetro.	2
Ruedas tipo pesado de placa giratoria de 4" de diámetro.	2

Herramientas Empleadas

En el desarrollo de la construcción del tablero se emplearon las siguientes herramientas:

- 1) Desarmador de punta plana.
- 2) Desarmador de punta de cruz.
- 3) Juego de dados.
- 4) Juego de matraca.
- 5) Conjunto de llaves allen.
- 6) Pinzas corta alambre.
- 7) Pinzas mecánicas.
- 8) Pinzas de presión.
- 9) Cinta aislante.
- 10) Pintura.
- 11) Tiner.

- 12) Conjunto de llaves españolas y mixtas.
- 13) Martillo.
- 14) Taladros.
- 15) Conjunto de brocas.
- 16) Remaches.
- 17) Pistola de remaches.
- 18) Cinta métrica.
- 19) Equipo de soldadura.
- 20) Equipo de seguridad.
- 21) Cortadora circular.

Metodología

Para realizar el diseño se apoyara en los paquetes de computación de AUTOCAD 2002 y MICROSOFT VISION 2003, y se empleara un proceso de diseño basándose en las fases representadas por Shigley, el cual se acopla a nuestras necesidades así como nuestro problema a resolver que incluye una serie de procedimientos que interactúan entre ellos, y que es una solución más probable y viable (Shigley/Mischke, 1985).

Reconocimiento de la Necesidad

Dentro de la carga académica para poder cursar la carrera de Maquinaria Agrícola, la cual se imparte en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, se llevan materias como la de Introducción a la Electrónica, Electricidad y Magnetismo, Neumática y Circuitos Lógicos, en las cuales, es necesario realizar prácticas y reconocer diagramas eléctricos y neumáticos; por lo cual es indispensable el material didáctico, para que de esta manera se logre contribuir

con el buen desarrollo de los conocimientos de los alumnos, así como la aportación que se dará al desarrollo de la investigación en el departamento de Maquinaria Agrícola. Por esta razón se optó por construir y diseñar un tablero electro-neumático que este adecuado a estas necesidades.

Definición del Problema

La falta de recursos económicos, es el principal obstáculo para lograr un buen equipamiento del Laboratorio de Fluidica, por lo que se optó por desarrollar un proyecto en donde se lograra diseñar y construir un tablero electroneumático, en donde no necesariamente los componentes que lo conformen debieran de ser nuevos, es por lo que se decidió emplear el reusamiento de componentes industriales que estén en condiciones de volverse a emplear, de esta manera se reducirán los costos de adquisición.

Síntesis

Se plantea el diseño y la construcción de un tablero electroneumático didáctico que colabore con el buen desarrollo del conocimiento del alumno y el desarrollo de la investigación que se realiza por parte de los académicos.

Análisis y Optimización

El desarrollo de la sociedad a estimulado a que los costos de producción desciendan, por lo que se han desarrollado tecnologías que reduzcan estos

costos, adjunto a esta tecnología se han desarrollado componentes que trabajen con energía que no resulte costosa, lo cual satisfactoriamente la electroneumática da esos beneficios y si de alguna manera los componentes no son necesariamente nuevos y son reutilizados, los costos que se presentaran en la adquisición de una maquina electroneumática serán evidentemente menores.

Evaluación

En esta parte se lograra evaluar al tablero gracias a la realización de algunas prácticas desarrolladas en el laboratorio de Fluidica, de esta manera se determinara el buen funcionamiento de los elementos que conformaran el tablero.

Presentación

En esta sección del diseño del tablero, se determinara por la exhibición física del tablero y del escrito de la presente tesis.

Criterios del Diseño

Las bases empleadas en el diseño del tablero electroneumático son:

La presión de trabajo empleada en el tablero es la utilizada en forma normal dentro de los sistemas neumáticos y electroneumáticos, la cual esta entre 5 y 7

bares (Depper, 2000), por que el manejar un sistema con presiones superiores los costos no son redituables.

El Perfil Tubular Rectangular (PTR), 3.2 cm por 3.2 cm calibre de 0.35, por la fortaleza que presenta para la estructura y la ligereza del material, además que los componentes neumáticos también son ligeros.

Los componentes seleccionados para el tablero son los elementos básicos que integran todo sistema neumático y electroneumático, están dentro del rango de presiones y su costo no es muy elevado.

Las placas donde se colocaron los distintos componentes, se elaboraron de aluminio, por la ligereza del material y la estética del mismo.

Costos

A continuación se muestra una lista de todos los materiales y piezas implementados en la construcción del tablero, así como cada uno de sus precios.

Descripción de los Materiales	C. P.	P. U. (pesos)	P. T. (pesos)
Perfil Tubular Rectangular (PTR) 3.2 X 3.2 X 600 calibre 0.35	5	66.00	330.00
Perfil Tubular Rectangular (PTR) 3.81 X 3.81 X 300 calibre 0.35	1	98.33	98.33
Placa de Aluminio 91.44 X 243.84 cm (36 X 96"), calibre 10 (0.34 cm.)	1	1'047.00	1'047.00
Placa de Acero 32 X 16 calibre 0.05	1	100.00	100.00
Arrancador de Motor Eléctrico de 120 volts.	1	1'500.00	1'500.00
Riel de Aluminio 600 cm de largo	3	100.00	300.00
Tornillos 0.3175 X 2.54 cm (1/8 X 1")	8	0.80	6.40
Tornillos 0.3968 X 2.54 cm (5/32 X 1")	15	0.80	6.40
Tornillos 0.3968 X 3.81 cm (5/32 X 1½")	25	1.00	25.00
Tornillos 0.3968 X 7.72 cm (5/32 X 3")	4	1.00	4.00
Tornillos 0.4762 X 1.27 cm (3/16 X 1")	2	0.90	1.80
Tornillos 0.635 X 5.08 cm (¼ X 2")	2	1.00	2.00
Tornillos 0.635 X 6.35 cm (¼ X 2 ½")	5	1.50	7.50
Tornillos 0.635 X 7.62 cm (¼ X 3")	6	1.60	9.36
Tornillos 0.7937 X 2.54 cm (5/16 X 1")	16	1.00	16.00
Tornillos 0.7937 X 7.62 cm (5/16 X 3")	4	1.50	6.00

...Continuación.

Pijas 0.635 X 1.27 cm (¼ X ½").	16	1.00	16.00
Remaches 0.635 X 1.90 5 cm (¼ X ¾").	16	1.01	16.16
Ruedas tipo pesado de placa fija 10.16 cm (4") de diámetro.	2	51.02	102.04
Ruedas tipo pesado de placa giratoria			

10.16 cm (4") de diámetro.	2	65.54	131.08
Electroválvula 5/2, monoestable, de 120 volts.	1	600.00	600.00
Electroválvula 5/2, biestable, de 24 volts.	3	1'000.00	3'000.00
Electroválvula 5/2, monoestable, de 24 volts.	1	600.00	600.00
Electroválvula 3/2, normalmente cerrada, 24 volts.	1	600.00	600.00
Válvula 5/2, monoestable con pilotaje neumático.	5	500.00	2'500.00
Unidad de Mantenimiento, de ¼ de entrada.	1	1'337.45	1'337.45
Bloque distribuidor de 8 salidas.	1	1'000.00	1'000.00
Presostato de 120 volts.	1	500.00	500.00
Relevador de 24 volts.	3	400.00	1'200.00
Controlador Lógico Programable (PLC).	1	5'750.00	5'750.00
Interruptores Térmicos de 300 volts.	3	100.00	300.00
Botón industrial (Alle-Bradley).	6	300.00	1'800.00
Conexiones Banana Hembra 83 Negros y 45 Rojos	128	3.00	384.00
Conexiones Banana Macho 20 Negros y 20 Rojos.	40	6.00	240.00
Cilindros de doble efecto.	3	1'365.05	4'095.15
Manguera de plástico de 2000 cm.	1	25.93	518.65
Cable eléctrico calibre 16 AWG, 2000 cm de largo.	1	1.84	36.80
Cable eléctrico calibre 18 AWG, 2000 cm de largo.	1	1.61	32.20
Cable eléctrico calibre 20 AWG, 2000 cm de largo.	1	1.15	23.00
Cartucho de silicón, de 300 ml	1	50.00	50.00
Compresor de ¼ de H.P.	1	2'500.00	2'500.00
Total -----			30'792.32

Se incrementara un 70 % (\$ 21'554.63) por concepto de mano de obra.

RESULTADOS

Los resultados que se lograron obtener de la construcción del tablero fueron los siguientes: Estructura del tablero, unidad de potencia neumática, unidades neumáticas y electroneumáticas, estas unidades comprenden los elementos neumáticos y electroneumáticos montados en placas de aluminio

Unidad de Potencia Neumática

La unidad de potencia neumática esta conformada por un compresor accionado por un motor eléctrico de 0.5 caballos de fuerza (Figura 7.61), un acumulador de presión de 30 lt, con su unidad de paro y arranque (presostato).

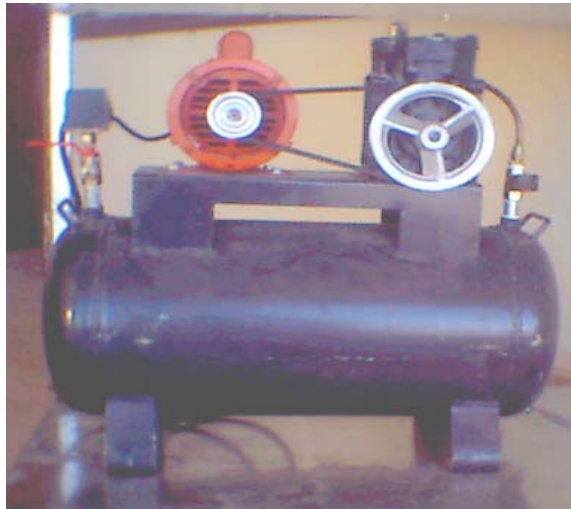


Figura 7.61.- Compresor.

Mesa y Gabinete

La mesa y gabinete forman la estructura completa del tablero (Figura 7.62), el gabinete lo complementa el conjunto de rieles de aluminio, donde se deslizaran las placas de aluminio, lo que hace que el gabinete sea práctico y factible para armarse o acomodarse de la forma adecuada o conveniente para el desarrollo de las prácticas.

La mesa y gabinete se construyeron de un perfil tubular rectangular de 3.2 cm (1¼"), con un espesor de 0.35 cm (0.14"). La cubierta superior e inferior de la mesa comprende lamina galvanizada de 125 cm (49.21"), por 70 cm (27.56"), de calibre de 0.2 cm (0.078"); la parte superior funciona como mesa de trabajo y la inferior como soporte para el compresor.



Figura 7.62.- Estructura del tablero

Unidad de Mantenimiento

En la Figura 7.63 se observa la unidad de mantenimiento instalada en el tablero, marca Camozzi con conectores de 6mm (0.25 plg) integrada por el filtro, el lubricador, el regulador de presión y manómetro.

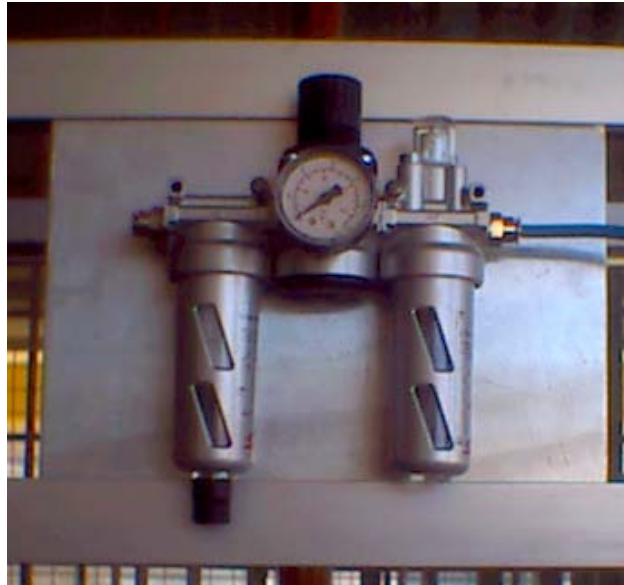


Figura 7.63.- Unidad de mantenimiento.

Bloque Distribuidor

Esta unidad esta conformada por un botón de dos posiciones para el accionamiento y un distribuidor del aire (Figuras 7.64 y 7.65). El bloque distribuidor esta acondicionado con 8 salidas para alimentar de aire comprimido a los diferentes componentes del tablero a través de las mangueras de plástico y enchufes rápidos, el flujo de aire llega a cada componente después de haber pasado por la unidad de mantenimiento.



Figura 7.64.- Bloque distribuidor con botón de paso.



Figura 7.65.- Parte trasera del bloque distribuidor.

Unidades Neumáticas y Electroválvulas

Se construyeron unidades de válvulas neumáticas y electroneumáticas formadas por los siguientes elementos:

- a).- Electroválvula 5/2, monoestable, de 120 volts, marca Numatics (Figura 7.66).
- b).- Bloque de 3 electroválvulas 5/2 biestables de 24 volts, marca Festo (Figura 7.67).
- c).- Electroválvula 5/2, monoestable de 24 volts, marca Fluid Power (Figura 7.68).
- d).- Electroválvula 3/2, normalmente cerrada de 24 volts, marca Fluid Power (Figura 7.69).
- e).- Bloque de 4 válvulas 5/2 monoestables con pilotaje neumático, marca Numatics (Figura 7.70).

f).- Válvula 5/2 monoestable con pilotaje neumático marca Numatics (Figura 7.71)

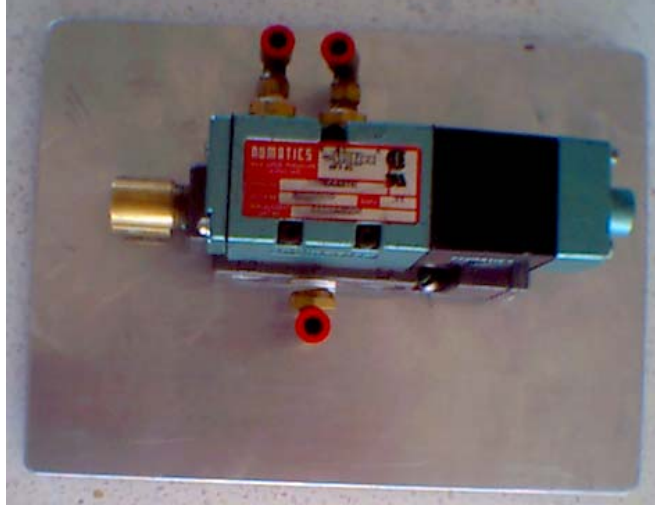


Figura 7.66.

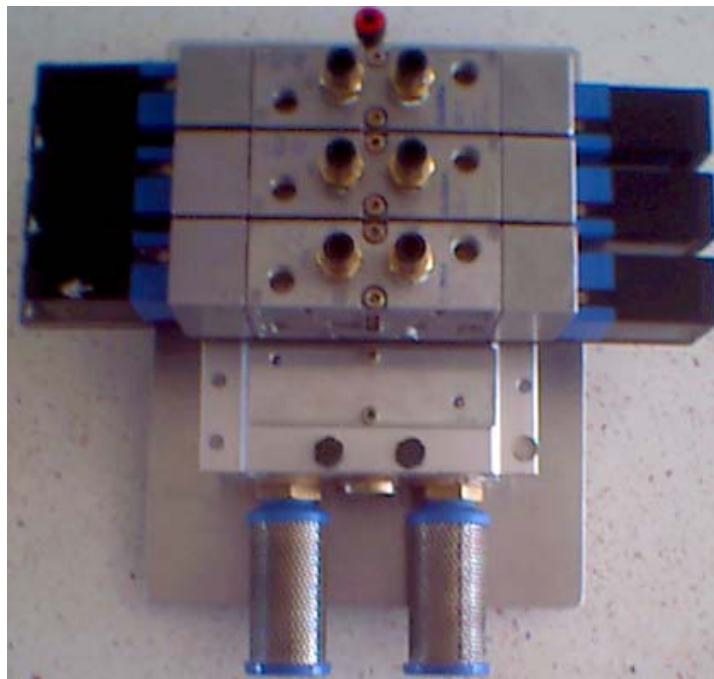


Figura 7.67.



Figura 7.68.



Figura 7.69.

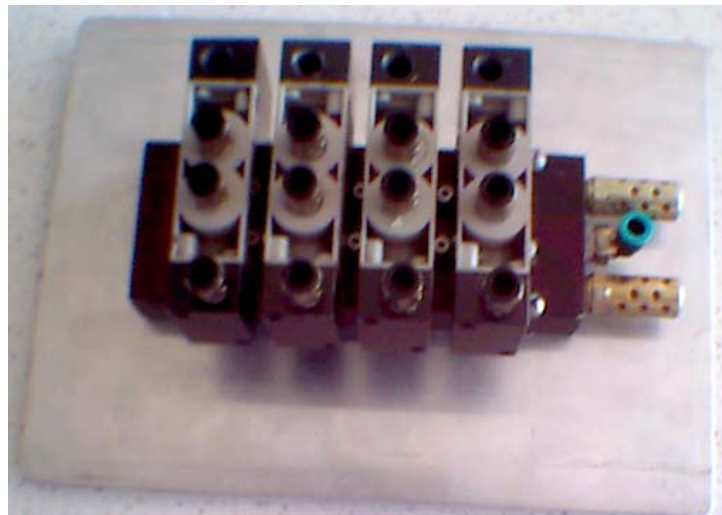


Figura 7.70.



Figura 7.71.

Unidad de Botones

Esta unidad la conforman tres botones industriales (Figuras 7.72 y 7.73) marca Allen-Bradley, de 600 volts de corriente alterna, con un contacto normalmente cerrado y uno normalmente abierto para controlar el flujo de corriente.



Figura 7.72.- Unidad de botones.

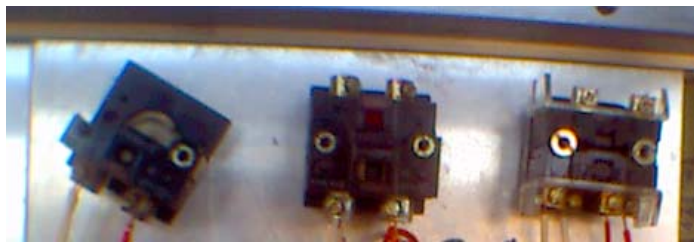


Figura 7.73.- Parte trasera de la unidad de botones.

Presostato

Esta unidad se encuentra equipada con un presostato marca Allen-Bradley, de 125 a 250 volts con capacidad de 0 a 150 libras por pulgada cuadrada (Figura 7.74).



Figura 7.74.- Presostato.

Unidad de Relevadores

La unidad de relevadores lo integran tres relevadores de 14 contactos marca SCHRACK modelo PT570024 y SQUARED modelo 850 con bobina de 24 volts corriente continua y 120 volts corriente alterna respectivamente (Figura 7.75 y 7.76), los cuales se accionan independientemente.

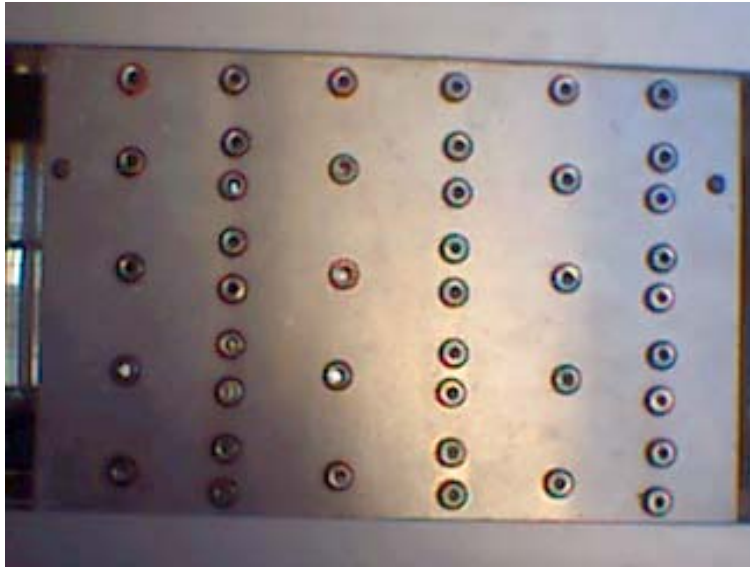


Figura 7.75.- Unidad de relevadores.

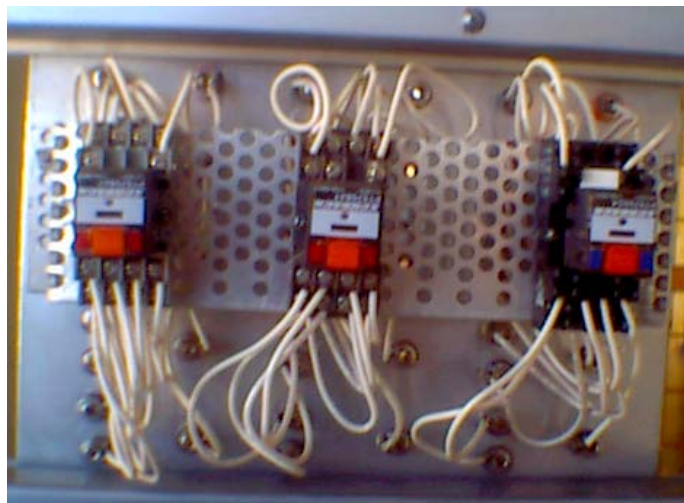


Figura 7.76.- Parte trasera de la unidad de relevadores.

Unidad de Protección para Sobrecargas

Esta unidad de seguridad esta constituida por tres interruptores térmicos de 6, 4 y 2 Amperes, marca Siemens modelo 5SX1-1 (Figuras 7.77 y 7.78), la finalidad de esta unidad es la de proteger al tablero de posibles sobrecargas o cortos eléctricos.

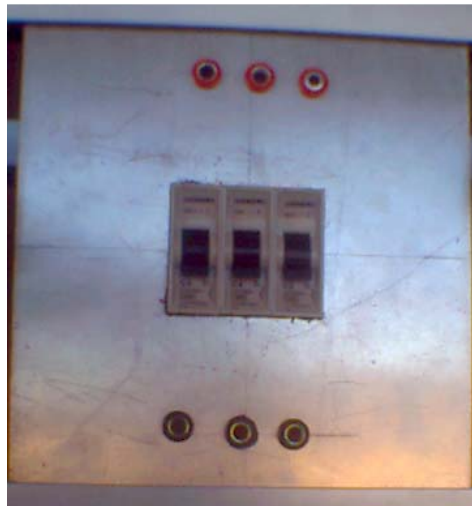


Figura 7.77.- Unidad de interruptores térmicos.

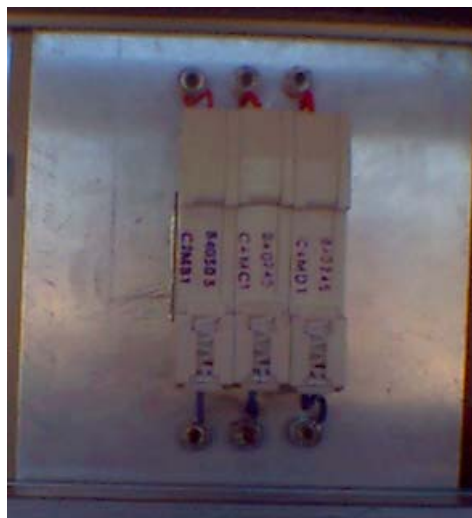


Figura 7.78.- Parte trasera de la unidad de interruptores térmicos.

Unidad de Automatización

La unidad de automatización comprende un controlador lógico programable (PLC) marca Festo modelo FEC FC21-FST de 12 entradas y 8 salidas con alimentación de 12 volts (Figura 7.79).

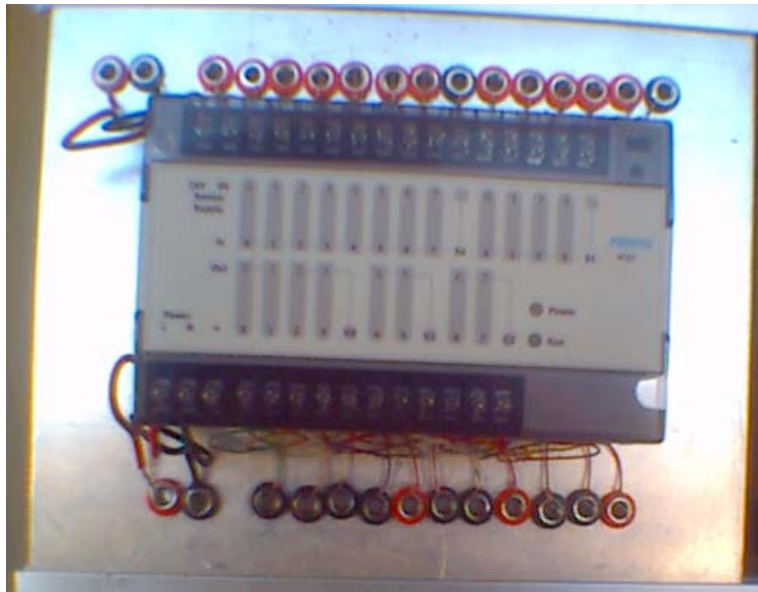


Figura 7.79.- Unidad de automatización

Unidad de Arranque de Motor Eléctrico

Esta unidad lo forma un contactor con bobina de 120 volts, protector térmico de 4 Amperes y botón de paro y arranque, marca SIEMENS (Figura 7.80 y 7.81).



Figura 7.80.- Arrancador de motor eléctrico.

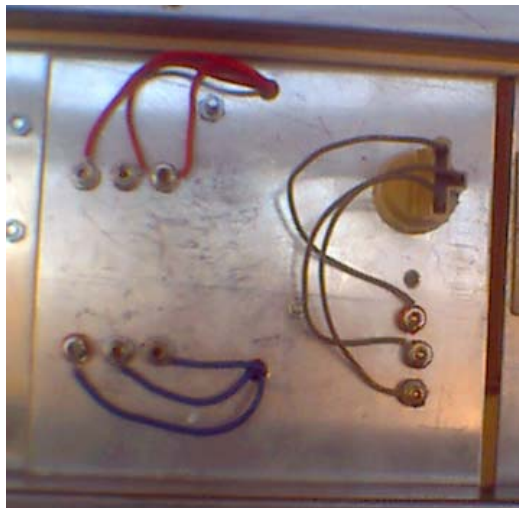


Figura 7.81.- Parte trasera del arrancador de motor eléctrico.

Unidades de Actuadores

Las tres unidades de actuadores están compuestas por cilindros neumáticos marca CAMOZZI de doble efecto de 25 mm de diámetro, 200 mm de carrera y presión máxima de 10 bares. En cada cilindro se encuentran dos sensores inductivos de fin de carrera, marca Allen-Bradley de 10-55volts de corriente directa con capacidad de 200 microamperes (Figura 7.82).



Figura 7.82.- Unidades de actuadores.

Mecanismo de Transporte

Este mecanismo lo conforman cuatro ruedas caucho sólido para trabajo pesado, con diámetro de 10.16 cm (4 plg), dos de las ruedas son de placa fija y dos de placa giratoria como se aprecia en la Figura 7.83.



Figura 7.83.- Mecanismo de transporte.

Tablero Electroneumático

En la Figura 7.84 se aprecia el tablero ensamblado con todas las unidades eléctricas y electroneumáticas.



Figura 7.84.- Tablero electroneumático.

Certificación del Funcionamiento del Tablero Electroneumático

Se desarrollo un curso de capacitación de automatización de la electroneumática por un profesor investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para maestros y alumnos del departamento de

Maquinaria Agrícola a través del convenio que la universidad tienen con dicha institución, donde se comprobó el buen funcionamiento del tablero (Figura 7.85).



Figura 7.85.- Impartición del curso a personal académico de la Universidad.

Funcionamiento

El accionamiento del motor depende de un suministro de corriente de 120 volts, el cual provee de energía suficiente al mecanismo para que el compresor

comprima el aire que se encuentra en la atmósfera y almacenarlo posteriormente en el depósito. El aire a presión del depósito es conducido por un ducto de plástico a la unidad de mantenimiento, esta unidad dispone de un filtro encargado de retener las impurezas que lleve el aire, así como también dispone de un humectador que le proporciona al aire una pequeña porción de aceite para lubricar los elementos neumáticos al momento de estar operando estos.

Posteriormente de la unidad de mantenimiento el aire comprimido es conducido al distribuidor que proporciona el aire comprimido a los diferentes elementos del tablero a través de las mangueras de plástico. En este tablero a diferencia del electrohidráulico, no requiere de conductos de retroceso debido a que el aire se escapa a la atmósfera sin provocar contaminación, a excepción del ruido en poca intensidad.

Los diversos componentes neumáticos del tablero (unidad de mantenimiento, distribuidor, válvulas y cilindros) se accionan al alcanzarlos la presión suministrada por el compresor a través de las conexiones con las mangueras de plástico; las válvulas y los cilindros son controlados al accionar los botones de las válvulas.

En el caso de los elementos eléctricos (compresor, electroválvulas, relevadores, interruptores térmicos, arrancador de motor y controlador lógico programable) se accionan con un impulso eléctrico proveniente de la fuente de corriente, en el caso del compresor directamente y en el de los demás elementos al unirse con los conectores banana y darle la orden con los botones.

DISCUSIÓN

El tablero Electroneumático es un equipo de trabajo provisto de ruedas y una superficie para la realización de ejercicios de neumática, electroneumática, electrónica y circuitos lógicos, a nivel básico. Aquí se manejan válvulas, electroválvulas, relevadores, presostato, cilindros y un controlador lógico programable (PLC); este equipo quedara diseñado para que posteriormente se remplacen o complementen los componentes del tablero de tal manera que no se vuelva obsoleto.

Se logra transportar con facilidad, las ruedas que lleva lo hacen ligero y cómodo para desplazarlo.

Lo practicado en el tablero complementara los conocimientos de los alumnos, lograran implementar los conocimientos a algunas actividades agrícolas que tienen sistemas semiautomatizados o automatizados completamente.

El tablero se divide en las unidades de potencia, mantenimiento, distribución, electroválvulas, válvulas, botones, relevadores, interruptores térmicos, PLC y cilindros; todas son para el desarrollo de actividades neumáticas, electroneumáticas o combinadas, según sea el caso; algunas de la unidades conformadas por componentes neumáticos y otras por electroneumáticos.

Los componentes que conforman al tablero esta diseñado para posibles necesidades futuras, lo que conforma este tablero cumplen las necesidades básicas de la neumática, electroneumática y de circuitos lógicos.

CONCLUSIONES

Al concluir la construcción del tablero se lograron cumplir con los objetivos de enriquecer los aspectos de docencia, de investigación y de complemento didáctico del área de ingeniería. El tablero electroneumático descrito constituye una aportación a la infraestructura científica del Departamento de Maquinaria Agrícola.

Empleando la reutilización de algunos componentes que no necesariamente tienen que ser nuevos, los costos se redujeron considerablemente, se optó esto, por la razón de que el presupuesto del Departamento de Maquinaria Agrícola y el presupuesto asignado para el proyecto no es suficiente para cubrir la adquisición de un tablero nuevo.

El funcionamiento del tablero resultó satisfactorio, enriqueciendo la enseñanza impartida por el ámbito docente en la carrera de Ingeniería de Mecánico Agrícola, especificado en el área de la neumática, la electroneumática, la electrónica y la de circuitos lógicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos se logró construir una máquina versátil, práctica, didáctica, pero, sobre todo con la posibilidad de realizarle las modificaciones necesarias en el futuro, con el propósito de actualizarlo constantemente. Además el equipo es de bajo costo (45 por ciento) en comparación con los precios de los tableros existentes en el mercado.

LITERATURA CITADA

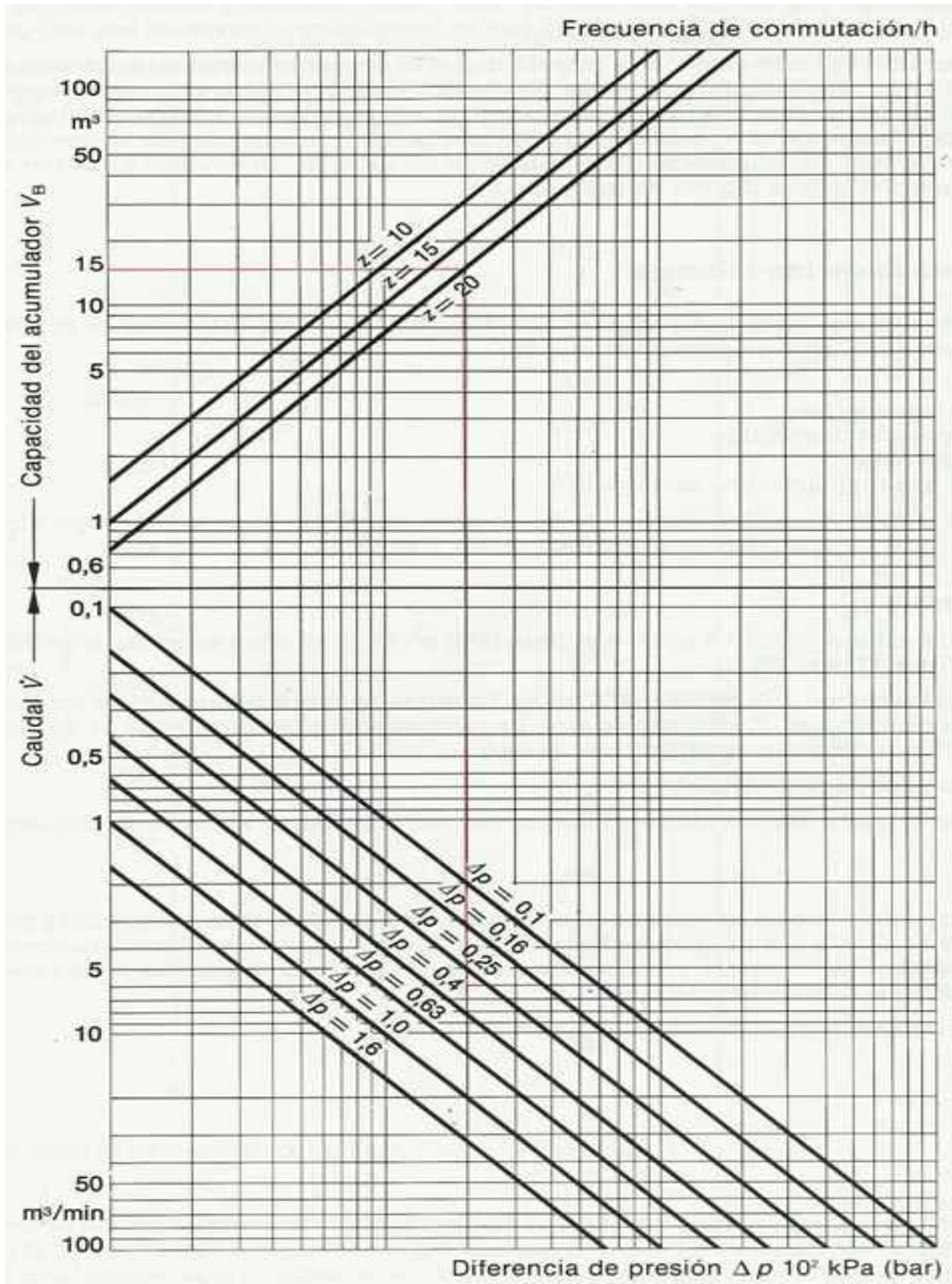
- Boylestad, Robert L./Nashelsky, Louis. "Fundamentos de la Electrónica", Editorial Asimos y Schuster Company 1996, Cuarta Edición.
- Buban, Meter "Electricidad y Electrónica", Editorial Mc. Grq-Hill de México S.A. de C.V. 1987, 2ª Edición.
- Depper, W. "Aplicación de la Neumática", Editorial alfaomega S.A. de C.V. 2000.
- Encarta "Enciclopedia Microsoft", Microsoft Corporation. 2002
- Fasal, John H. "Mediciones Eléctricas Simples", Editorial Glem S.A.C.I.F. 1974.
- Fink, Donal G./Beaty, H. Wayne/Carroll, John M. "Manual Práctico de Electricidad para Ingenieros", Editorial Reverte S.A. México 1984. Tomo II.
- Meixner H./Kobler R, "Manual de Estudio de Festo", «Introducción en la Neumática» ", 3ª Edición, 1988.
- Meixner H./ Sauer E. "Iniciación a la Electroneumática «Manual de Estudio para el Seminario Festo PE23»". 1990.
- Shigley Joseph Edward / Mischke Charles R., "Diseño en Ingeniería Mecánica" , 5ª edición, Editorial Continental, 1985, México.**
- Valkenburgh, Van "Electrónica Básica", Editorial Continental S.A. de C.V. México, 17 reimpresión 1992. Vol. 6
- Zbar, Paul B. "Prácticas de Medición con Instrumentos Eléctricos", Editorial Alfaomega 1996.

Paginas Web Consultadas

<http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/>
<http://www.parker-automation.com.mx/>
<http://www.neotec.com.mx/tableros/tneumatico.htm>
<http://www.portaldelaindustria.com/paginabusca9.htm>
<http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/>
<http://www.festo-tooltechnic.cz/mexico/seminarios/p111.htm>
<http://www.all-done.com/all-done/Didáctica/ADD5000.htm>
http://www.viagenius.edu.pe/lego/sistemas_neumaticos.htm
http://www.viagenius.edu.pe/Oficina/Sistemas_Neumaticos.html
http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm
<http://www.directindustry.com.mx/soc/Categorie.php>
<http://www.automatismosebi.com/solicitud.htm>
<http://www.automatismosebi.com/neumatica.htm>
<http://www.cromoindustrial.com.mx/>
<http://www.doga.es/cas/main.htm>
<http://www.micropik.com/pagmotores.htm>
<http://www.mecmod.com/menu.php?ID=2>
<http://www.comprasvirtual.com/cat/144674/homepage.htm>
<http://www.ecim.fr/intercal/esp/intergsp.html>
<http://www.eurobc.net/innovacioneshidraulicas/equipos.htm>
<http://www.infonegocio.com/mgalaoleohidraulica/galeria.html>
<http://www.automationdepot.com.co/prods/sens/neumat.htm>

APENDICE A

A1. Diagrama para Determinar la Capacidad del Compresor.



A2. Simbología Neumática

Transformación de energía

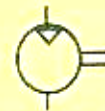
Compresor



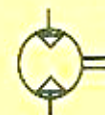
Bomba de vacío



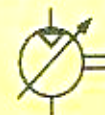
Motor neumático, de caudal constante,
de un solo sentido



Motor neumático, de caudal constante,
de giro en los dos sentidos



Motor neumático, de caudal variable,
de un solo sentido



Motor neumático, de caudal variable,
de giro en los dos sentidos



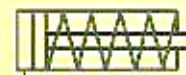
Motor neumático, de giro limitado



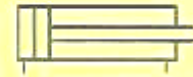
Cilindro de simple efecto,
retorno por fuerza externa



Cilindro de simple efecto,
retorno por muelle interno



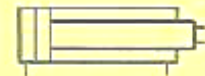
Cilindro de doble efecto,
de vástago simple



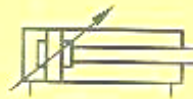
Cilindro de doble efecto,
de vástago doble



Cilindro diferencial,
de vástago simple



Cilindro de doble efecto,
con amortiguación regulable en los finales de carrera



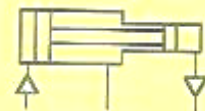
Cilindro telescópico de simple efecto,
retorno por fuerza externa



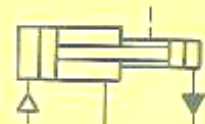
Cilindro telescópico de doble efecto



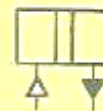
Amplificador, multiplicador de presión
para el mismo medio



Amplificador, multiplicador de presión
para aire y líquido

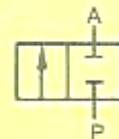


Convertidor de presión
p.ej. neumático-hidráulico

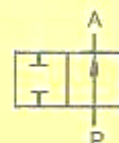


Mando y regulación de energía
Válvulas de vías

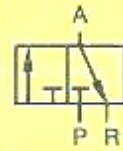
Válvula distribuidora 2/2,
cerrada en posición de reposo



Válvula distribuidora 2/2,
abierta en posición de reposo



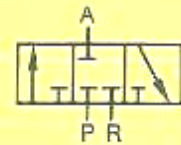
Válvula distribuidora 3/2,
cerrada en posición de reposo



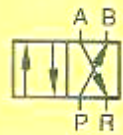
Válvula distribuidora 3/2,
abierta en posición de reposo



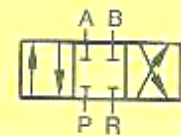
Válvula distribuidora 3/3,
cerrada en posición central



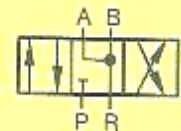
Válvula distribuidora 4/2



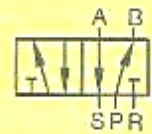
Válvula distribuidora 4/3,
cerrada en posición central



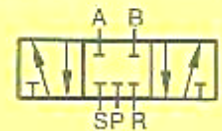
Válvula distribuidora 4/3,
posición central de flotación



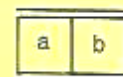
Válvula distribuidora 5/2



Válvula distribuidora 5/3,
cerrada en posición central



Válvula distribuidora de varias posiciones
intermedias y dos posiciones extremas



Válvula distribuidora en representación simplificada
p.ej. de 4 empalmes



Válvulas de bloqueo

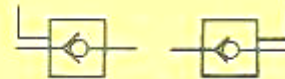
Válvula antirretorno, sin muelle



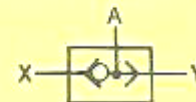
Válvula antirretorno, con muelle



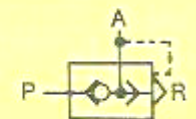
Válvula antirretorno, pilotada por aire



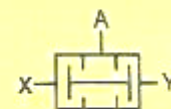
Válvula selectora de circuito



Válvula de escape rápido

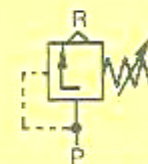


Válvula de simultaneidad (no está normalizada)

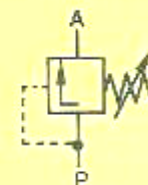


Válvulas de presión

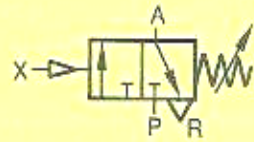
Válvula limitadora de presión,ajustable



Válvula de secuencia, ajustable



Válvula de secuencia con escape
(función de 3 vías), ajustable
(no está normalizada)



Regulador de presión, sin orificio de escape,
ajustable



Regulador de presión, con orificio de escape,
ajustable

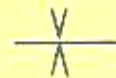


Válvulas de caudal

Válvula de estrangulación,
de estrechamiento constante



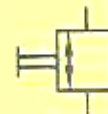
Válvula de restricción de turbulencia,
de estrechamiento constante



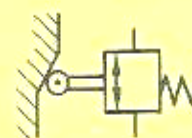
Válvula de estrangulación, regulable,
de accionamiento arbitrario



Válvula de estrangulación, regulable,
de accionamiento manual



Válvula de estrangulación, regulable,
de accionamiento mecánico venciendo el
muelle de reposición



Válvula de cierre

Válvula de cierre,
representación simplificada



Válvulas de caudal, con válvula antirretorno conectada en paralelo

Válvula antirretorno y de estrangulación (regulador unidireccional), regulable



Válvula antirretorno y de restricción de turbulencia, regulable



Transmisión de energía

Fuente de presión



Conducto o línea de trabajo



Conducto o línea de pilotaje o de mando



Conducto o línea de escape



Tubería flexible



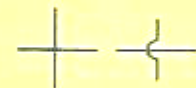
Cable eléctrico



Unión rígida (fija)



Cruce de líneas o conductos



Punto de escape



Escape no recuperable (sin racor)








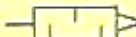







Escape recuperable (con racor)



Punto de empalme de presión, cerrado



Punto de empalme de presión con conducto de alimentación	
Acoplamiento rápido sin válvulas de bloqueo abiertas por medios mecánicos, acoplado	
Acoplamiento rápido con válvulas de bloqueo abiertas por medios mecánicos, acoplado	
Acoplamiento rápido, desacoplado; conducto abierto	
Acoplamiento rápido, desacoplado; conducto cerrado por válvulas de bloqueo	
Derivación rotativa, de una vía	
Derivación rotativa, de dos vías	
Silenciador	
Depósito o acumulador neumático	
Filtro	
Separador de agua, de accionamiento manual	
Separador de agua, de purga automática	
Filtro con separador de agua, de purga automática	

Desecador



Lubricador



Unidad de mantenimiento
(filtro, regulador de presión, lubricador y manómetro),
representación simplificada



Refrigerador



Accionamientos
Elementos mecánicos

Arbol de giro en un sentido



Arbol de giro en los dos sentidos



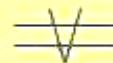
Enclavamiento, muesca



Bloqueo (*símbolo del medio que suelta el bloqueador)



Dispositivo de desenclavamiento instantáneo



Articulación simple



Articulación con palanca corrida



Articulación de punto fijo

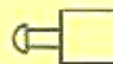


Medios de accionamiento
Accionamientos musculares

En general



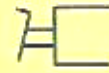
Pulsador



Palanca

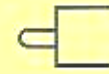


Pedal



Accionamientos mecánicos

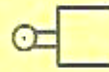
Leva o pulsador



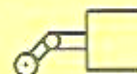
Muelle



Rodillo



Rodillo escamoteable

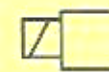


Sonda (no está normalizada)



Accionamientos eléctricos

Electroimán, de un solo arrollamiento



Electroimán, de dos arrollamientos de acción opuesta



Motor eléctrico, de giro continuo

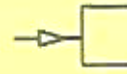


Motor eléctrico de paso a paso



Accionamientos por presión

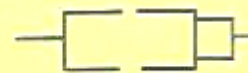
Presión, directo



Depresión, directo



Presión diferencial



Centrado por presión



Centrado por muelles



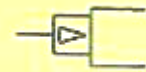
Presión, indirecto (servopilotaje)



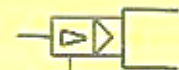
Depresión, indirecto (servopilotaje)



Presión, a través de amplificador
(no está normalizado)



Presión, a través de amplificador, indirecto
(no está normalizado)



Presión; el tipo de accionamiento produce
un comportamiento alternativo
(no está normalizado)



Accionamientos combinados

Electroimán y válvula de servopilotaje



Electroimán o válvula de servopilotaje



Electroimán o accionamiento manual con muelle de
reposicionamiento



En general:
* símbolo explicativo
(indicado en la nota de pie)



Otros elementos

Manómetro (medidor de presión)



Manómetro de presión diferencial



Termómetro, medidor de temperatura



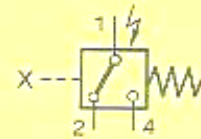
Caudalómetro (medidor de caudal)



Volúmetro (medidor de volumen)



Presóstato



Detector o sonda de presión



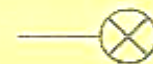
Detector o sonda de temperatura



Detector o sonda de caudal de paso

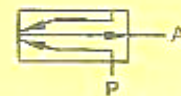


Indicador



Simbolos especiales
Elementos de mando sin contacto
(no están normalizados)

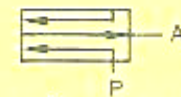
Detector de proximidad o réflex



Tobera en general, emisor del detector de paso o barrera neumática



Receptor alimentado del detector de paso o barrera neumática



Detector por obturación de fuga

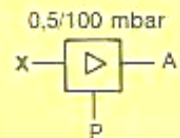


Detector de paso o barrera neumática, en forma de horquilla

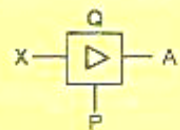


Amplificadores

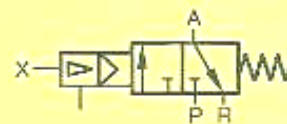
Amplificador
(p.ej., de 0,5 mbar a 100 mbar)



Amplificador de caudal

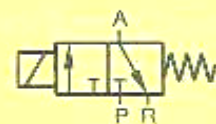


Válvula distribuidora 3/2 con amplificador
(p.ej., de 0,1 bar a 6 bar)

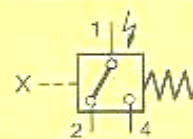


Convertidores de señales (no están normalizados)

eléctricas en neumáticas

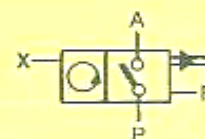


neumáticas en eléctricas

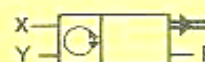


Contadores (no están normalizados)

Contador de sustracción



Contador de diferencia



Contador de adición



Denominaciones de empalmes o racores

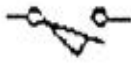
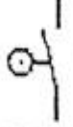


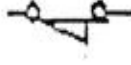

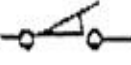
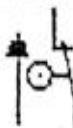
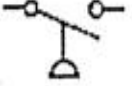

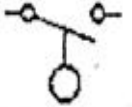
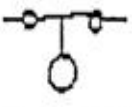
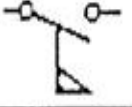
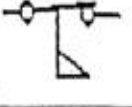


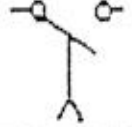

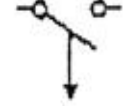
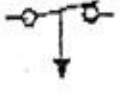
Según CETOP RP68 (primera redacción)

A, B, C . . .	Conductos de trabajo
P	Alimentación de presión
R, S, T . . .	Escapes
L	Fuga
Z, Y, X . . .	Conductos de pilotaje

2, 4, 6 . . .	Conductos de trabajo
1	Alimentación de presión
3, 5, 7 . . .	Escapes
9	Fuga
12, 14, 16, 18 . . .	Conductos de pilotaje

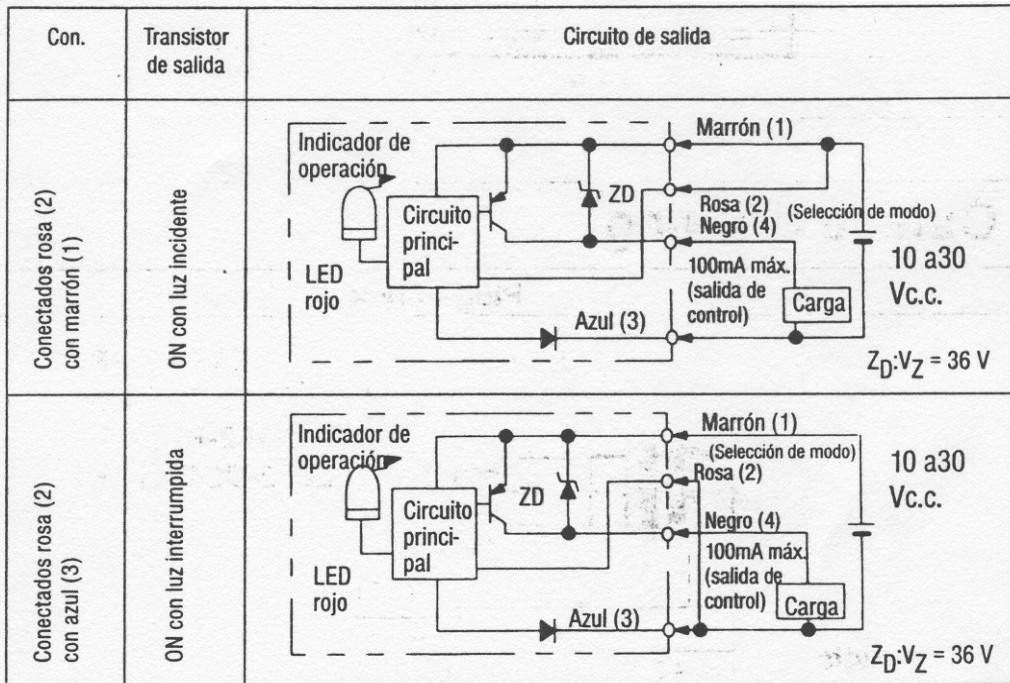
A3. Simbología Eléctrica, Americana y Europea Utilizada en Electroneumática

- Concepto	América	Europa
Botón pulsador N.A.		
Botón pulsador N.C.		
Botón pulsador doble circuito N.A.		
Botón pulsador doble circuito N.C.		
Botón selector o enclavamiento		
Bobina del relevador		
Contacto N.A.		
Contacto N.C.		
Solenoide de electroválvula		

Interruptor de límite N.A.		
Interruptor de límite N.C.		
Interruptor de límite N.A. retenido cerrado		
Interruptor de límite N.C. retenido abierto		
Interruptor de presión		
Interruptor de nivel		
Interruptor de flujo		
Interruptor de temperatura		
Temporizador On Delay		
Temporizador Off Delay		

A4. Diagrama de Operación e Instalación de un Sensor Inductivo con Salida PNP o NPN

Salida PNP



Salida NPN

