

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“SECCIONAMIENTO DE DOS COMPRESORES TIPO PISTÓN Y
MEMBRANA PARA EL I.T.S.A.”**

POR:

CAPURRO TAPIA ERMEL EFRAÍN

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENSIÓN
MOTORES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. ERMEL EFRAÍN CAPURRO TAPIA, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Sgop. Edison Molina

Latacunga, 6 de febrero del 2012.

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación está dedicado con mucho amor a mi madre, mis hermanas y a toda mi familia, quienes con su constante apoyo y comprensión han sabido guiarme y darme fuerzas para seguir adelante en todo momento de mi formación profesional.

A mis compañeros de clase que de una u otra manera contribuyeron en forma muy responsable y desinteresada durante el tiempo de aprendizaje y en el desarrollo de este trabajo.

EFRAÍN CAPURRO TAPIA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de corazón a mis padres Robert, Sandra y a mis hermanas Mileidy y Nadia, por haber estado siempre a mi lado, guiándome y apoyándome durante cada minuto de mi existencia en mi vida.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico “ITSA”, lugar donde adquirí todo el conocimiento y enseñanzas para ser un buen técnico de aviación y una excelente persona.

Los más profundos y sinceros agradecimientos hacia todos los docentes que a lo largo de mi carrera supieron guiarme e inculcarme todos los conocimientos y valores para ser un técnico de aviación responsable y competente.

EFRAÍN CAPURRO TAPIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	PÁGINAS
Resumen.....	1
Summary.....	2
Introducción.....	3

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes	4
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Alcance.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Introducción.....	7
2.2 Neumática.....	7
2.2.1 Aire comprimido	8
2.2.2 Propiedades de los fluidos, principios básicos	10
2.2.2.1 Aire.....	10
2.2.2.2 Peso Específico.....	11
2.2.2.3 Volumen Específico.....	11
2.2.2.4 Presión	11
2.2.2.5 Presión atmosférica, absoluta y relativa	13
2.2.2.6 Caudal	14
2.2.2.7 Potencia neumática	15
2.2.2.8 Humedad.....	15
2.2.2.9 Gasto de aire.....	15
2.2.2.10 Calor.....	15
2.2.2.11 Temperatura.....	15

2.2.3. Características fundamentales de los gases.	16
2.2.4. Ley de los gases	16
2.2.4.1. Ley de Boyle.....	16
2.2.4.2. Ley de Charles	17
2.2.4.3. Ley de Gay Lussac.....	17
2.2.4.4. Ley de Avogadro	17
2.2.5. Elementos básicos de un circuito neumático.....	18
2.2.5.1. Compresores.....	18
2.2.5.2. Acumuladores	18
2.2.5.3. Acondicionadores de aire	19
2.2.5.4 Red de distribución (tuberías).	19
2.2.5.5 Elementos de regulación y control.	20
2.2.5.5.1. Válvulas de vías o distribuidoras.....	20
2.2.5.5.2. Válvulas de bloqueo.	21
2.2.5.5.3. Válvulas de presión.	24
2.2.5.5.4. Válvulas de caudal.	26
2.2.5.5.5. Válvulas de cierre.....	27
2.2.5.6 Elementos actuadores.....	27
2.2.5.6.1 Actuadores lineales.	27
2.2.5.6.2 Actuadores rotativos.....	29
2.2.5.7 Símbolos básicos de los componentes neumáticos.	29
2.2.6 Producción de aire comprimido.	32
2.2.6.1 Compresores.....	32
2.2.6.2 Clasificación de los compresores.	33
2.2.6.2.1 Compresores de desplazamiento positivo.....	34
2.2.6.2.2 Compresores dinámicos.....	42
2.3 Material didáctico.	46
2.3.1 Clasificación de los materiales didácticos.	47

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

3.1 Preliminares	48
3.2 Planteamiento y Estudio de alternativas.....	49

3.2.1 Primera alternativa	49
3.2.2. Segunda alternativa	49
3.3 Planificación del seccionamiento de los compresores	50
3.4 Implementación	50
3.5.1 Descripción de los compresores de aire seccionados.....	51
3.5.2 Orden de construcción	51
3.6 Lista de materiales y herramientas.....	52
3.7 Desarmado de los compresores.....	54
3.8 Limpieza de los compresores.....	56
3.9 Estudio previo y ejecución de los cortes a realizar	58
3.10 Esmerilado de las superficies cortadas	61
3.11 Medida y construcción del soporte	62
3.12 Pintado de los compresores	65
3.13 Estudio de las partes de los compresores seccionados	66
3.13 Ensamblaje de los compresores al soporte.....	69
3.14 Acoplamiento de las ruedas a la maqueta.....	69
3.15 Arreglado del motor eléctrico del compresor de pistón	70
3.16 Pruebas de funcionamiento y operación	73
3.17 Presupuesto	73
3.18 Análisis de costo	73
3.19 Elaboración de Manuales	76

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	79
4.2. Recomendaciones.....	80
GLOSARIO	81
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINAS
Tabla 2.1: Unidades de presión	14
Tabla 2.2: Unidades de caudal	16
Tabla 2.3: Símbolos de elementos neumáticos.	31
Tabla 3.1 Costos de los materiales para la construcción de la maqueta.	70
Tabla 3.2 Costo de las herramientas utilizadas en el proyecto	71
Tabla 3.3 Costo del equipo de seguridad utilizados en el proyecto	72
Tabla 3.4 Costos secundarios.....	72
Tabla 3.5 Costo total.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINAS
Figura 2.1: Presión absoluta, relativa y atmosférica	13
Figura 2.2: Componentes de un circuito neumático	18
Figura 2.3: Válvula 2/2	21
Figura 2.4: Válvula 3/2	21
Figura 2.5: Válvula antirretorno	22
Figura 2.6: Válvula simultánea	22
Figura 2.7: Válvula selectiva.....	23
Figura 2.8: Válvula de escape.....	24
Figura 2.9: Válvula reguladora de presión con orificio de escape	25
Figura 2.10: Válvula de secuencia	26
Figura 2.11: Válvula reguladora de caudal bidireccional.....	27
Figura 2.12: Actuador de simple efecto.....	28
Figura 2.13: Actuador de doble efecto	29
Figura 2.14: Clasificación de los compresores	34
Figura 2.15: Compresor de lóbulo.....	35
Figura 2.16: Compresor de tornillo	36
Figura 2.17: Compresor de paletas	37
Figura 2.18: Compresor alternativo (de pistones)	39
Figura 2.19: Compresor alternativo de membrana.....	41
Figura 2.20: Compresor centrífugo.....	44

Figura 2.21: Compresor axial	46
Figura 2.22: Clasificación del Material Didáctico	47
Figura 3.1: Compresor de pistón	55
Figura 3.2: Compresor de membrana	55
Figura 3.3: Estado del compresor de pistón	57
Figura 3.4: Corte del tanque del compresor de pistón.....	59
Figura 3.5: Corte del compresor de pistón	59
Figura 3.6: Corte del motor eléctrico del compresor de pistón	59
Figura 3.7: Corte del compresor de membrana.....	60
Figura 3.8: Efectuando corte y limando.....	61
Figura 3.9: Construcción soporte	62
Figura 3.10: Soldado del soporte	63
Figura 3.11: Armandó soporte.....	64
Figura 3.12: Pintado de compresores	66
Figura 3.13 Válvula de admisión y de escape	65
Figura 3.14 Cilindro y pistón.....	67
Figura 3.15 Cigüeñal y brazo de biela	67
Figura 3.16 Motor eléctrico	68
Figura 3.17 Membrana y brazo de biela	68
Figura 3.18 Cavidad de la membrana	68
Figura 3.19 Membrana y brazo de biela	69
Figura 3.20 Ruedas de la maqueta	70
Figura 3.21 Motor eléctrico rehabilitado	71
Figura 3.22 Maqueta de los compresores seccionados 1	72
Figura 3.23 Maqueta de los compresores seccionados 2	72

ÍNDICE DE ECUACIONES

	PÁGINAS
Ecuación 2.1: Peso Específico.....	10
Ecuación 2.2: Volumen Específico.....	10
Ecuación 2.3: Presión	10
Ecuación 2.4: Presión Absoluta	12
Ecuación 2.5: Caudal.....	13

Ecuación 2.6: Potencia	14
Ecuación 2.7: Ley de Boyle	15
Ecuación 2.8: Ley de Charles	16
Ecuación 2.9: Ley de Gay Lussac	16
Ecuación 2.10: Ley de Avogadro	16
Ecuación 2.11: Ley de los gases ideales	16
Ecuación 2.12: Temperatura	32

RESUMEN

La implementación de dos compresores seccionados de tipo pistón y de membrana se lo realiza por la necesidad de mejorar el material didáctico existente en el laboratorio de Hidráulica y Neumática de aviación y así contribuir con el mejoramiento del aprendizaje teórico – práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA”.

La misión principal del presente informe es la de proporcionar la información detallada de los procesos para realizar el seccionamiento de los compresores de pistón y de membrana, entre los que se encuentran: el diseño, cálculo de materiales, cortes, mediciones, soldadura, esmerilado, pintado y demás procesos que se realizaron para obtener las maquetas didácticas que cumplan con las necesidades que requiere el instituto.

El trabajo empieza con una investigación recolectando datos mediante el anteproyecto. Luego se determina la importancia que tiene la implementación de las maquetas para el aprendizaje de los alumnos y se establece objetivos que colaboran con la implementación y desarrollo del trabajo de graduación.

Posteriormente se redacta la información sobre los compresores señalados, con técnicas de estudios preestablecidos, como resultado de recopilar y estudiar toda la información bibliográfica sobre el funcionamiento de los compresores de pistón y de membrana. Consecutivamente se realiza un estudio previo de los cortes para la construcción de la maqueta de los compresores para así construirla como una contribución para el desarrollo de las actividades académicas en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Además el presente trabajo de investigación contiene manuales de operación, mantenimiento y seguridad, los cuales se deben seguir para la correcta utilización de estas maquetas pedagógicas, alargar la vida útil del equipo y prevenir posibles accidentes.

SUMARY

The implementation of two sectioned compressors type piston and membrane it is performed by the need to improve existing materials in the laboratory of Hydraulics and Pneumatics aviation, and contribute to improving of learning theoretical – practical of the student's of the career the "Mechanics Aeronautical "of ITSA.

The main mission of this report is to provide the detailed information of the processes for perform the switching of the compressors of piston and membrane, among which are: the design, calculation of materials, cuts, measurement, welding, grinding, painting and other processes that were performed to obtain the didactic models that meet the needs required by the institute.

The work begins with an investigation collecting data through the preliminary. After determining the importance of implementation of the models for the learning of the students and set goals that assist with the implementation and development of graduate work.

Later information is drawn on compressors indicated, with predetermined survey techniques, as a result of compiling and studying all the bibliographic information on the operation the compressors of piston and membrane. Running is a study of the cuts prior to construction of the model of the compressors to build so as a contribution to the development of academic activities in the Aeronautical Technological Superior Institute.

Furthermore, this investigation work contains manuals for operation, maintenance and security, which must be followed for proper utilization of these models teaching, extend the useful life and prevent accidents.

INTRODUCCIÓN

El material didáctico en las carreras técnicas constituye la base para el desarrollo de los procesos de enseñanza - aprendizaje que a más de beneficiar a los estudiantes y docentes, también prestigia a las instituciones educativas que cuentan con el mismo.

La carrera Mecánica Aeronáutica con su asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación, cuenta con un material didáctico adecuado en su laboratorio, pero se hace necesaria su renovación, lo que ha motivado el desarrollo de esta investigación a fin de elaborar las maquetas de dos compresores seccionados, uno de tipo pistón y otro de tipo membrana para mejorar el aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes, y así el ITSA pueda contar con un valioso elemento para la enseñanza de sus alumnos.

Para este efecto ha sido necesario realizar un estudio bibliográfico de los fundamentos científicos de los fenómenos físicos, sus leyes y aplicaciones inherentes al funcionamiento de los compresores y luego de ello construir, con el material más adecuado, la mencionada maqueta.

Ha sido necesario analizar fundamentos de Neumática, del aire comprimido, las propiedades de los fluidos y sus principios básicos; el aire, presión y presión atmosférica, absoluta y relativa. Determinar además las características fundamentales de los gases y las Leyes de los gases como las de Boyle, Charles, Gay Lussac y de Avogadro. Los elementos básicos de un circuito neumático, acumuladores, acondicionadores de aire y sus elementos constitutivos, la producción de aire comprimido, y llegar a los compresores y su clasificación. También se investigó sobre los materiales didácticos y su clasificación.

Como conclusión de este proceso se ha construido las respectivas maquetas que serán de gran utilidad para los procesos de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación que se dicta en la institución.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

Una vez realizada la investigación en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se encontró la necesidad de implementar maquetas didácticas para el desarrollo de sus actividades académicas en el área de Hidráulica y Neumática de aviación por lo cual hay la necesidad de disponer de compresores seccionados de tipo pistón y de membrana, ya que los existentes no permiten tener una objetividad clara de lo que constituyen estos importantes equipos para el desarrollo de esta asignatura y que son el fundamento para la profesionalización de quienes egresan del mismo.

Lo anterior es el resultado del análisis de los diferentes instrumentos y elementos para el estudio teórico-práctico del laboratorio de Hidráulica y Neumática de aviación que se ha realizado en este instituto lo que ha motivado el desarrollo de la presente tesis a efecto de plantear la propuesta de implementación de dos compresores de tipo pistón y de membrana para mejorar el proceso de aprendizaje.

Como una referencia para que esta tesis cumpla con los objetivos señalados, para concluir la Tecnología en Mecánica de Aviación en el I.T.S.A., se construirá una maqueta en la que se podrán observar los diferentes elementos de los dos compresores seccionados de tipo pistón y membrana para la observación de las piezas mecánicas que lo constituyen y su funcionamiento.

1.2 Justificación

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una institución de educación superior que forma profesionales en el aérea de aviación tanto civil, como militar y por lo que es necesario que el ITSA por medio de la carrera de Mecánica Aeronáutica disponga de maquetas didácticas para mejorar el proceso de

enseñanza- aprendizaje de sus alumnos y así los docentes de la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación, durante las sesiones de clases, dispongan de las maquetas de los compresores seccionados de pistón y de membrana para el desarrollo de sus clases.

Con la implementación de dos compresores de tipo pistón y de membrana en el laboratorio de Hidráulica y Neumática de aviación, se va a permitir un conocimiento práctico de los alumnos mediante la observación de la estructura y funcionamiento de estos instrumentos, los cuales a futuro tendrán que aplicar los conocimientos adquiridos en los diferentes centros de mantenimiento aeronáutico.

Además la institución se verá altamente beneficiada, puesto que al entregar profesionales capacitados teórica y prácticamente, el ITSA ganará prestigio y se aumentará con material didáctico para la instrucción de sus alumnos.

Esta implementación beneficiará a los técnicos, instructores, supervisores y estudiantes para en el futuro ser unos profesionales de excelencia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Construir las maquetas de dos compresores seccionados, una de tipo pistón y otra de tipo membrana, con técnicas de estudios preestablecidos, para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación en el I.T.S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar y estudiar toda la información sobre el funcionamiento de los compresores de pistón y de membrana.
- Realizar el estudio previo de los cortes para la construcción de las maquetas de dos compresores de pistón y de membrana respectivamente.

- Construir las maquetas seccionando dos compresores de pistón y de membrana para el desarrollo de las actividades académicas.
- Elaborar los manuales de seguridad, operación y mantenimiento, para la correcta utilización de estos instrumentos pedagógicos.

1.4 Alcance

La construcción de la maqueta de dos compresores seccionados de pistón y de membrana optimizará el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación en el I.T.S.A. Los principales beneficiarios serán los estudiantes y docentes.

Al determinar las partes y el funcionamiento de los compresores seccionados de pistón y de membrana mejorarán los procesos de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación para cumplir con los objetivos que tiene la misma en el desarrollo de las actividades académicas del instituto que favorece la profesionalización de quienes se educan en él.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

En el presente capítulo se proporciona toda la información requerida para conocer y aprender sobre los compresores, conceptos básicos, partes, clasificación, aplicaciones y las leyes físicas que rigen en el funcionamiento de éstos.

También se da a conocer nociones importantes que ayudarán al desarrollo del presente trabajo investigativo.

2.2 Neumática

La Neumática es la tecnología que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido y lo emplea como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire por ser un gas es compresible, es decir, permite que se le pueda reducir el volumen haciendo que se le aumente la presión.

Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, frenos neumáticos, etc.

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo costo de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación. Otras características favorables son el cero riesgo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes

distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones.

Entre las desventajas figura la posibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire, los altos costes de la energía neumática y las posibles fugas que reducen el rendimiento.

2.2.1. Aire comprimido

La neumática utiliza el aire comprimido para realizar un trabajo. El aire comprimido es aire atmosférico sometido a presión y condicionado.¹

Las ventajas que podemos destacar del aire comprimido son:

- Abundante: Es ilimitado y se encuentra disponible gratuitamente en cualquier lugar. No precisa conductos de retorno. El aire que es utilizado regresa nuevamente a la atmósfera.
- Almacenaje: Almacenado y comprimido en acumuladores o depósitos, puede ser transportado o utilizado donde y cuando se precise.
- Seguro: Hay pocos riesgos de accidentes puesto que no posee propiedades explosivas.
- Temperatura: Es fiable, inclusive a temperaturas extremas.
- Limpieza: Cuando se producen escapes no es perjudicial para el medio y pueden ubicarse en las líneas, depuradoras o extractores para mantener el aire limpio.
- Elementos: El diseño y constitución de elementos es fácil y de simple confección.

¹ DE LA HERAS Jiménez Salvador, "Instalaciones Neumáticas". Edit. UOC. 1999

- Velocidad: Se obtiene altas velocidades en aplicaciones de herramientas de montaje (destornilladores, llaves, etc.)
- Regulación: Las velocidades y las fuerzas pueden regularse de manera continua y escalonada.
- Sobrecargas: Se puede llegar en los elementos neumáticos de trabajo hasta su total parada, sin peligros de sobrecarga o tendencia al calentamiento.
- No contamina: El aire después de utilizado se devuelve al ambiente sin representar contaminación al medio.

Inconvenientes del aire comprimido:

- Preparación: Es necesario eliminar impurezas y humedades antes de su utilización.
- Velocidad: Debido a su gran compresibilidad, no se obtienen velocidades constantes en los elementos de trabajo.
- Ruidos: El aire que escapa a la atmósfera produce ciertas veces ruidos bastante molestos y fuertes. Se los puede solucionar mediante dispositivos silenciadores.
- Limitación de fuerza: Cuando se trabaja con aire comprimido, no se logran fuerzas muy elevadas.
- Difícil detección de fugas: Las fugas normalmente se detectan por el sonido que producen, pero en una industria siempre habrá la presencia de ruido, lo que dificulta determinar la presencia de fugas.
- Humedad: El aire, al salir del compresor, puede tener una alta temperatura, lo que hace que al recorrer la línea de distribución se produzca enfriamiento,

traduciéndose en presencia de agua en las tuberías. Éste es uno de los más graves inconvenientes que presenta el trabajo con aire comprimido, pues el contenido de humedad puede afectar los dispositivos de trabajo (actuadores, válvulas, etc.).

2.2.2 Propiedades de los fluidos, principios básicos

Se necesitan conocer varias de las características físicas del aire comprimido antes de proceder al cálculo y razonamiento de algunos conceptos fundamentales, básicos para su empleo como fuente de energía neumática.

2.2.2.1 Aire²

El aire es un gas que está formado por moléculas de diferentes gases que se mueven libremente por el espacio.

El aire es una mezcla de gases simples que puede tratarse, a las presiones y temperaturas normales de funcionamiento, como un gas ideal.

La composición volumétrica del aire está conformada por los siguientes gases:

- 78% de nitrógeno
- 20% de oxígeno
- 1.3% de argón
- 0.05% de helio, hidrógeno, dióxido de carbono, etc., y cantidades variables de agua y polvo.

² DE LA HERAS Jiménez Salvador, "Instalaciones Neumáticas". Edit. UOC. 1999

2.2.2.2 Peso específico³

Es el peso por unidad de volumen, es decir, el cociente entre el peso de un cuerpo y su volumen. Para el aire el peso específico es de $1,293 \text{ kg/m}^3$ a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y una atmósfera de presión.

$$\gamma = \frac{P}{V} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde;

P= es el peso de la sustancia

V= es el volumen que la sustancia ocupa

2.2.2.3 Volumen específico⁴

Es el volumen ocupado por unidad de masa de un material. El aire tiene un volumen específico de $0,773 \text{ m}^3/\text{kg}$ a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y una atmósfera de presión. Es inversamente proporcional a la densidad, por lo cual no dependen de la cantidad de materia.

$$v = \frac{V}{m} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde;

V= es el volumen.

m= es la masa.

2.2.2.4 Presión

Se define como la relación entre la fuerza ejercida sobre la superficie de un cuerpo.

$$\textit{Presión} = \frac{\textit{Fuerza}}{\textit{Superficie}} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

³ GUILLÉN Salvador, Antonio. "Introducción a la neumática" Edit. Marcombo S.A. 1993.

⁴ CARROBLES Maeso Marcial. "Manual de Mecánica Industrial" Edit. Paraninfo. 2000.

En física se define a la presión como la fuerza que actúa normal, es decir, perpendicular a la unidad de superficie.

Se emplean diferentes unidades para medir la presión. En la tabla 2.1 se presentan un listado de algunas de ellas.

Tabla N° 2.1. **Unidades de presión**

Unidad de presión	Símbolo
Pascal	$Pa = N/m^2$
Libra por pulgada cuadrada	$psi = lb/pulg^2$
Atmósfera	Atm
Milímetros de mercurio	$mmHg$
Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	kgF/cm^2
Bar	Bar

Fuente: Modelo matemático y dimensional para el planteamiento óptimo de las industrias y procesos

Elaborado por: Efraín Capurro Tapia

A continuación presentamos algunas de las equivalencias también utilizadas entre las unidades de presión:

- $1 atm = 760 mmHg$
- $1 atm = 1,01325 bar$
- $1 atm = 14,7 psi$
- $1 Bar = 10^5 Pa$
- $1 psi = 6,90 \times 10^3 Pa$
- $1 psi = 0,069 bar$

2.2.2.5 Presión atmosférica, absoluta y relativa⁵

En todo punto de la atmósfera terrestre existe una determinada presión que varía con la altura y las condiciones meteorológicas y se conoce con el nombre de *presión atmosférica*. Esta presión es igual al peso por unidad de superficie de la columna de aire comprendida entre la superficie y la última capa de la atmósfera. Normalmente se mide con un instrumento llamado barómetro.

La presión resultante de dividir la fuerza ejercida por la sección sobre la que actúa se llama *presión absoluta*. Es decir la presión real en un punto determinado.

Por el hecho de estar todos los cuerpos sometidos a la presión atmosférica, conviene referirse, no a la presión absoluta, sino a la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica, a la que se denomina *presión relativa o manométrica*. (Ver figura 2.1). Esto se puede expresar como:

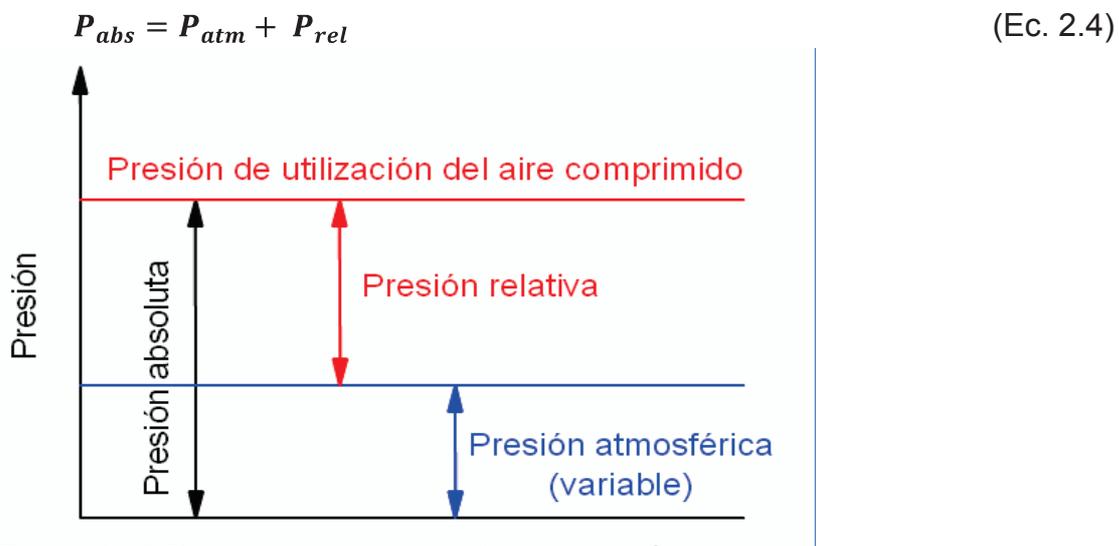


Figura 2. 1 Presión absoluta, relativa y atmosférica

Fuente: [http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf](http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad%20didáctica%20neumática%204%20v1%20c.pdf)

⁵ CARROBLES Maeso Marcial. "Manual de Mecánica Industrial" Edit. Paraninfo. 2000.

2.2.2.6 Caudal

Se puede definir al caudal como la cantidad de fluido (en este caso aire) que pasa por una determinada sección de un conducto por unidad de tiempo.

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Existen dos formas de expresar el caudal:

- Caudal másico: Cantidad de masa de un fluido que pasa por una sección en la unidad de tiempo.
- Caudal volumétrico: Volumen de fluido que pasa por una sección en la unidad de tiempo.

En ambos casos está relacionado con la densidad del fluido, que en los gases es variable con la presión y la temperatura.

El caudal másico vendrá expresado en kg/seg , mientras la unidad en el S.I. para el caudal volumétrico es el m^3/seg .

En la tabla 2.2 se presenta un listado con otras unidades utilizadas para medir el caudal.

Tabla 2.2. **Unidades de caudal**

Descripción	Unidades
Pies cúbicos por minuto	<i>CFM.</i>
Pies cúbicos por segundo	<i>pies³/seg.</i>
Galones por minuto	<i>gal/min.</i>
Litros por hora	<i>l/h.</i>

Fuente: Modelo matemático y dimensional para el planteamiento óptimo de las industrias y procesos

Elaborado por: Efraín Capurro Tapia

2.2.2.7 Potencia neumática

En general, la potencia se la define como la energía consumida, almacenada, disipada o producida por unidad de tiempo.

La potencia generada en un compresor es el producto entre el caudal y la presión de servicio.

$$W(\text{Potencia}) = \text{Presión} \times \text{Caudal} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

2.2.2.8 Humedad

Representa la cantidad de agua (en forma de vapor) que hay en el aire y depende fundamentalmente de la temperatura del mismo.

2.2.2.9 Gasto de aire

Representa la cantidad de aire que se necesita en condiciones normales de presión y temperatura para que uno o varios actuadores realicen el efecto deseado.

2.2.2.10 Calor

Es la manifestación de la energía que provoca variaciones en algunas propiedades físicas de los cuerpos. El calor pasa de un cuerpo caliente a otro frío hasta que ambos adquieren la misma temperatura.

2.2.2.11 Temperatura

La temperatura es una medida de la energía calorífica o de agitación térmica que posee un determinado colectivo de moléculas. A bajas temperaturas, la agitación es menor que a altas temperaturas.

2.2.3 Características fundamentales de los gases

Los gases tienen las siguientes cualidades:

- No tienen forma determinada y tienden a repartirse uniformemente dentro del recipiente que los contiene.
- La presión de un gas encerrado en un recipiente se encuentra en equilibrio en todos los puntos de su masa y mantiene la misma presión en cualquier punto del recipiente.
- La densidad de un gas depende de su presión y temperatura.
- La masa de un gas opone muy poca resistencia a los esfuerzos de corte.
- El aire permite ser comprimido (compresión) y tiene tendencia a la dilatación (expansión).

2.2.4. Ley de los gases

Se han deducido experimentalmente cuatro leyes que cumplen aproximadamente todos los gases especialmente en condiciones de presión baja y alta temperatura.

2.2.4.1. Ley de Boyle

A temperatura y cantidad de gas constante, el volumen de una muestra gaseosa es inversamente proporcional a la presión del gas.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad (\text{Ec. 2.7})$$

2.2.4.2. Ley de Charles

A una presión dada, el volumen ocupado por una cierta cantidad de un gas es directamente proporcional a su temperatura.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

2.2.4.3. Ley de Gay Lussac

La presión de una cierta cantidad de gas, que se mantiene a volumen constante, es directamente proporcional a la temperatura.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

2.2.4.4. Ley de Avogadro

A presión y temperatura constantes, el volumen de cualquier gas es directamente proporcional al número de moles del mismo. O alternativamente, volúmenes iguales de gases diferentes, pero a las mismas presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas.

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Como el comportamiento de los gases reales sólo se aproxima al definido por las leyes anteriores, se podría definir a un gas ideal como el que las cumple exactamente en todas las condiciones. Las leyes anteriores pueden combinarse en una sola ley llamada "*Ley de los gases ideales*" cuya expresión matemática es:

$$P \times V = n \times R \times T \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Siendo: P= presión; V= volumen; n= número de moles; R= constante universal de los gases; T= temperatura (en grados kelvin)

2.2.5 Elementos básicos de un circuito neumático

Para que un circuito neumático básico funcione correctamente tiene que tener los siguientes elementos, tal como indica la figura 2.2

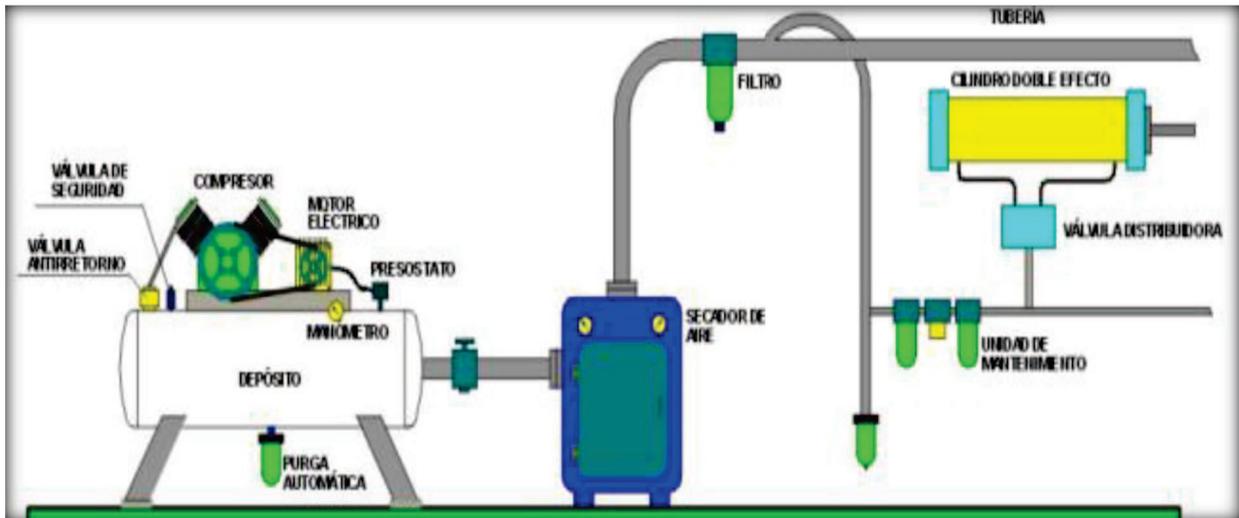


Figura 2.2 Componentes de un circuito neumático

Fuente: http://tecnologiaproyc.blogspot.com/2010_05_01_archive.html

2.2.5.1 Compresores⁶

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. En esta última característica precisamente, se distinguen de los soplantes y ventiladores que manejan grandes cantidades de fluidos compresibles (aire por ejemplo) sin modificar sensiblemente su presión.

2.2.5.2 Acumuladores⁷

Tienen por finalidad mantener un nivel de presión adecuado en la instalación neumática. Su tamaño depende del consumo de caudal y de la potencia que posea el compresor.

⁶ http://www.sitenordeste.com/mecanica/compresor_maquina.htm

⁷ http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad_didactica_neumatica_4_v1_c.pdf (unidad _ didáctica _ neumática)

2.2.5.3 Acondicionadores de aire

Son dispositivos que permiten mantener el aire en unas óptimas condiciones de limpieza, lubricación y humedad, de tal manera que alargan la vida útil de todo el circuito neumático. Estos elementos son:

a. Filtro de aire

Se instala antes del compresor y permite que el aire esté libre de impurezas que puedan dañar a las diferentes partes móviles de los elementos del circuito.

b. Secador

Se instala antes del acumulador, y consiste en quitarle la humedad al aire, permitiendo así alargar la vida útil del circuito neumático, de esta manera se impide la condensación de vapor de agua en sitios no deseados, evitando fundamentalmente la corrosión.

c. Lubricadores

Se ubican después del secador y tienen por finalidad suministrar un poco de aceite al aire para que lubrique todas las partes móviles del circuito, tanto en actuadores como en los elementos de control, de tal manera que se alarga notablemente la vida útil de éstos, pues se reduce el rozamiento.

2.2.5.4 Red de distribución (tuberías)

Debe garantizar la presión y velocidad del aire en todos los puntos de uso. En las instalaciones neumáticas, al contrario de las hidráulicas, no es necesario un circuito de retorno de fluido, puesto que éste se vierte directamente en la atmósfera por un silenciador después de haber sido usado.

2.2.5.5 Elementos de regulación y control.

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activadas de diferentes formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes funciones:

- Distribuir el fluido.
- Regular el caudal.
- Regular la presión.

Según su función las válvulas se dividen en cinco grupos:

- Válvulas de vías o distribuidoras
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal
- Válvulas de cierre

2.2.5.5.1 Válvulas de vías o distribuidoras

Son válvulas de varios orificios (vías), los cuales determinan el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc. Pueden ser de dos, tres, cuatro o cinco vías correspondientes a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

Hay que distinguir principalmente:

- Las vías: Números de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
- Las posiciones: Las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el aire comprimido por uno u otros orificios, según necesidades de trabajo.

Las más utilizadas son las válvulas distribuidoras: 2/2 (ver figura 2.3), 3/2 (Ver figura 2.4), 4/2, 4/3, 5/2, 5/3.

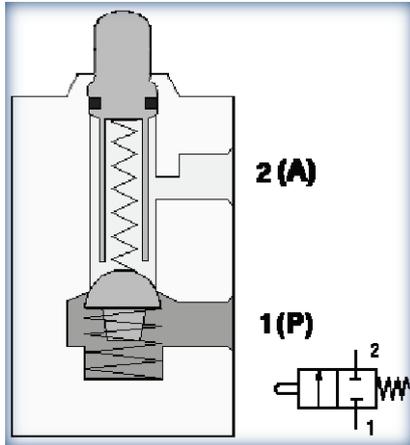


Figura 2.3 Válvula 2/2

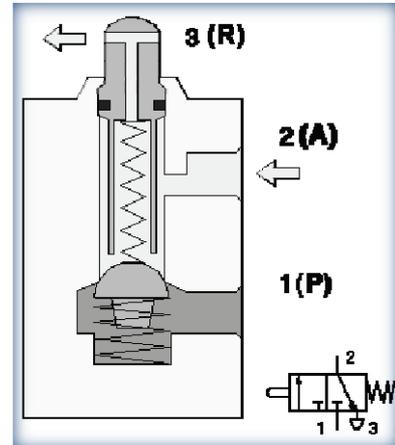


Figura 2.4 Válvula 3/2

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

2.2.5.5.2 Válvulas de bloqueo.

Estas válvulas cortan el paso del aire comprimido. En ellas se bloquea un solo sentido de paso, de forma que el otro sentido queda libre para fluir el caudal. Las válvulas de bloqueo se suelen construir de forma que el aire comprimido actúa sobre la pieza de bloqueo y así refuerza el efecto cierre.

Existen cuatro tipos de válvulas de bloqueo las cuales son:

- Válvulas antirretorno.
- Válvulas simultáneas.
- Válvulas selectivas.
- Válvulas de escape.

a. Válvulas antirretorno

Conocidas también con el nombre válvulas check. Estas impiden el paso absolutamente en un sentido, mientras que en el sentido contrario el aire circula con una pérdida de presión mínima. La obturación en un sentido puede obtenerse

mediante un cono, una bola, un disco o una membrana que apoya sobre un asiento. (Ver figura 2.5)

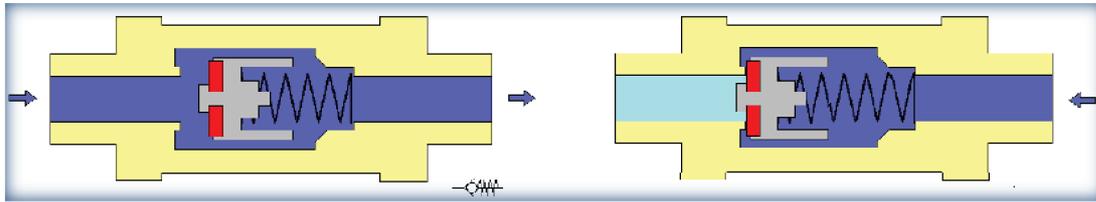


Figura 2.5 Válvula antirretorno

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

b. Válvulas simultáneas

En la figura 2.6 muestra que la válvula posee dos entradas X e Y, y una salida A. El aire comprimido puede pasar cuando hay presión en ambas entradas. Una única señal de entrada en X ó Y interrumpe el flujo, en razón del desequilibrio de fuerzas que actúan sobre la pieza móvil. Cuando las señales están desplazadas cronológicamente, la última es la que llega a la salida A. Si las señales de entrada son de una presión distinta, la mayor cierra la válvula y la menor se dirige hacia la salida A.

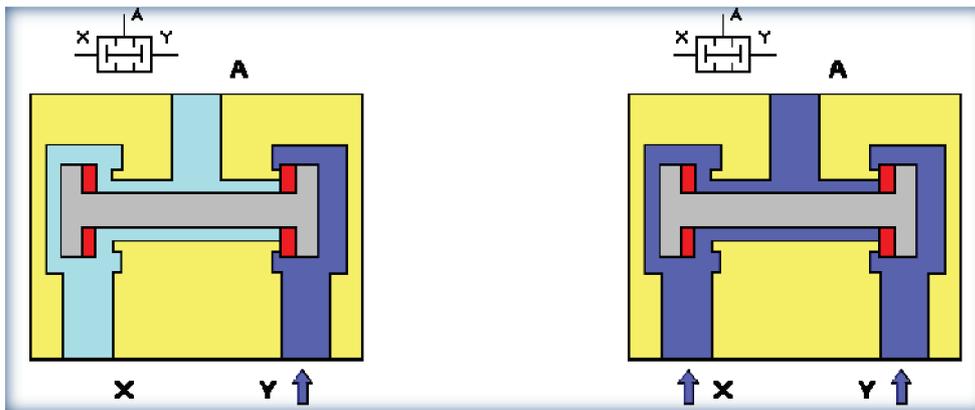


Figura 2.6 Válvula simultánea

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>.

c. Válvulas selectivas

Estas válvulas poseen dos entradas y una salida. Su elemento móvil suele ser una bola metálica. Cada una de las entradas está conectada a un circuito diferente, por este motivo se llaman válvulas selectivas. Este tipo de válvula se utiliza cuando deseamos accionar una máquina desde más de un sitio de mando.

En la figura 2.7 muestra que la válvula tiene dos entradas X e Y, y una salida A. Cuando el aire comprimido entra por X, la bola obtura la entrada Y, y el aire circula de X hacia A, y cuando el aire ingresa por Y la bola tapona la entrada X y el aire circula de Y hacia A.

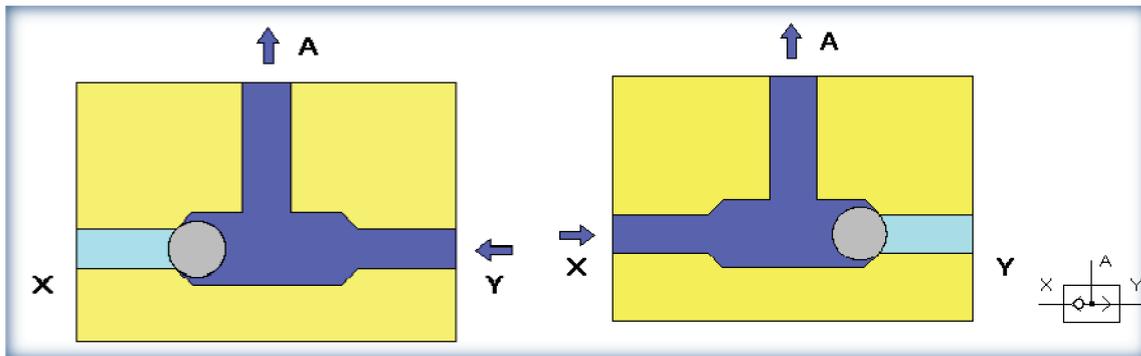


Figura 2.7 Válvula selectiva.

Fuente:<http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CA/P4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

d. Válvulas de escape

Esta es una válvula que evacúa el aire de manera rápida hacia la atmósfera. Permite elevar la velocidad de los émbolos de los cilindros. Con ella se ahorran largos tiempos de retorno, especialmente si se trata de cilindros de simple efecto.

La válvula tiene una conexión de alimentación P y otra de escape R, que pueden cerrarse. Cuando el aire procede de la alimentación se cierra R y pasa hacia A. Si el aire procede de A se cierra P y el aire se dirige directamente a R. Se recomienda montar esta válvula directamente sobre el cilindro o lo más cerca posible de éste con el fin de mejorar su efecto. (Ver figura 2.8)

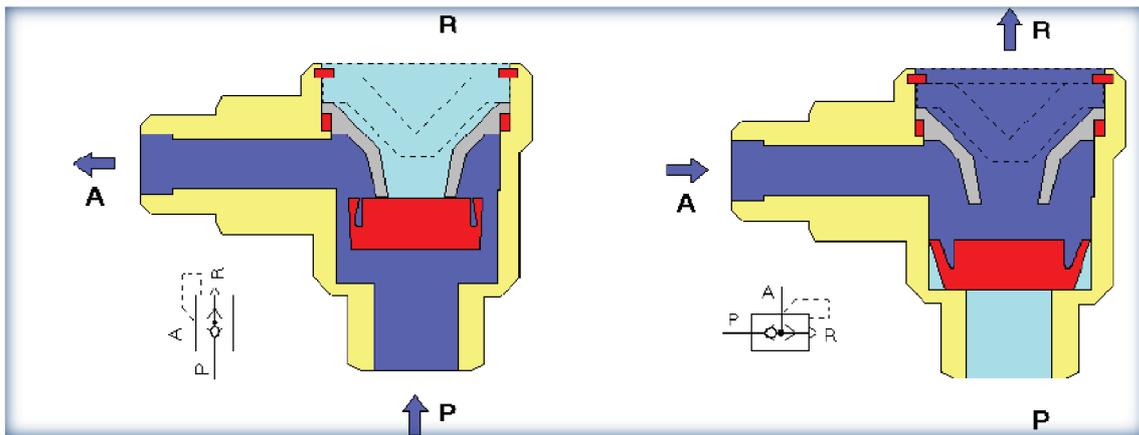


Figura 2.8 Válvula de escape.

Fuente: [http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CA P4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf](http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CA%20P4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf)

2.2.5.5.3 Válvulas de presión

Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, o están condicionadas por el valor que tome aquella. Entre ellas destacan las siguientes:

- a. Válvulas reguladoras de presión
- b. Válvulas limitadoras de presión
- c. Válvulas de secuencia

a. Válvulas reguladoras de presión

Mantienen constante la presión en su salida independientemente de la presión que exista a la entrada. Tienen como finalidad fundamental obtener una presión invariable en los elementos de trabajo independientemente de las fluctuaciones de la presión que normalmente se producen en la red de distribución. (Ver figura 2.9)

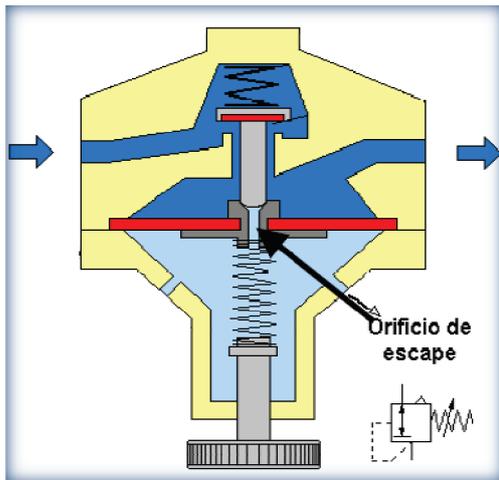


Figura 2.9 Válvula reguladora de presión con orificio de escape.

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

b. Válvulas limitadoras de presión

Se utilizan como válvulas de seguridad, puesto que no admiten que la presión en el sistema sobrepase un valor máximo admisible. Al alcanzar en la entrada de la válvula el aire una determinada presión, se abre la salida y el aire sale a la atmósfera.

c. Válvulas de secuencia

Su funcionamiento es muy similar al de la válvula limitadora de presión, la diferencia estriba que en vez de salir el aire a la atmósfera al alcanzarse la presión de consigna, deja pasar el aire para realizar un determinado cometido.

La figura 2.10 muestra que el aire no circula de 1 hacia la salida 2, mientras que en el conducto de mando 12 se alcanza una presión de consigna. Un émbolo de mando abre el paso de 1 hacia 2

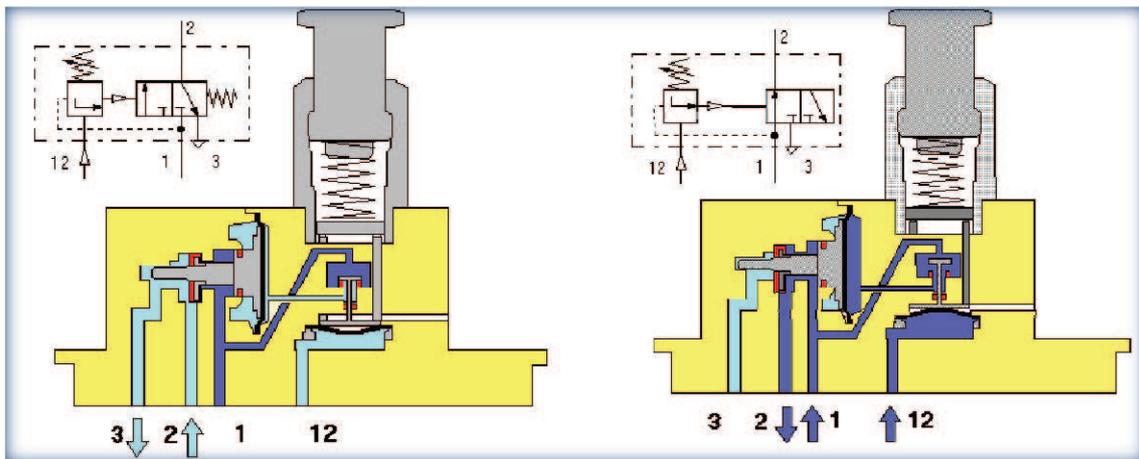


Figura 2.10 Válvula de secuencia.

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

2.2.5.5.4 Válvulas de caudal

Estas válvulas tienen como finalidad regular el caudal que las atraviesan estrangulando la sección de paso y con ello controlar la velocidad de los vástagos de los cilindros. Estas válvulas lo que producen es una pérdida de carga y ésta conduce a reducir el caudal. Es frecuente que la sección de paso pueda ser modificada desde el exterior.

De este tipo de válvulas, la más común es la reguladora de caudal, (ver figura 2.11) la cual consiste en un bloque que contiene una válvula de estrangulación en paralelo con una válvula antirretorno. La estrangulación, normalmente regulable desde el exterior, sirve para variar el caudal que lo atraviesa y, por lo tanto, para regular la velocidad de desplazamiento del vástago de un cilindro. También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional.

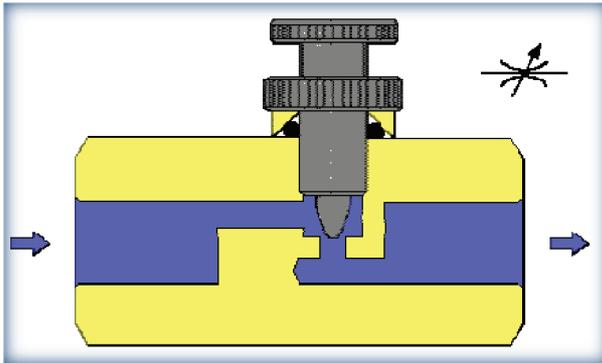


Figura 2.11 Válvula reguladora de caudal bidireccional.

Fuente: <http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CAP4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

2.2.5.5.5 Válvulas de cierre

Las válvulas de cierre tienen como finalidad abrir y cerrar un circuito, sin posiciones intermedias.

2.2.5.6 Elementos actuadores

Estos dispositivos son los encargados de transformar la energía neumática en otra energía, generalmente de tipo mecánica.

Se los puede clasificar en dos grupos:

- Actuadores lineales.
- Actuadores rotativos.

2.2.5.6.1 Actuadores lineales

En este tipo de actuadores se destacan los cilindros los cuales se utilizan cuando se desea obtener un movimiento rectilíneo alternativo. Pueden utilizarse por ejemplo para desplazar objetos, mover brazos de robots, etc.

De este tipo de actuadores, los más conocidos son:

- a. Actuadores de simple efecto.
- b. Actuadores de doble efecto.

a. Actuadores de simple efecto⁸

Se trata de un tubo cilíndrico cerrado dentro del cual hay un émbolo unido al vástago que se desplaza unido a él. Por un extremo hay un orificio para entrar o salir el aire y en el otro está albergado un muelle que facilita el retorno del vástago. (Ver figura 2.12)

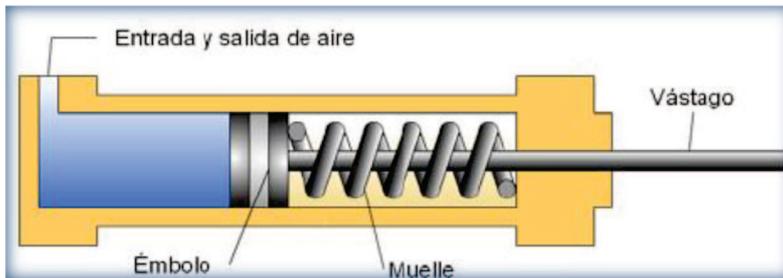


Figura 2.12 Actuador de simple efecto.

Fuente: [http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf](http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad%20didáctica%20neumática%204%20v1%20c.pdf)

b. Actuadores de doble efecto

Consiste en un tubo cilíndrico cerrado con un diseño muy parecido al cilindro de simple efecto, pero sin muelle de retorno, el retorno se lo hace mediante otra entrada de aire.

Este tipo de actuador trabaja en los dos sentidos, cuando el aire entra en él produce una fuerza y desaloja al aire que está en el otro compartimento. El retroceso y desalojo del aire se produce cuando el aire entra por el otro orificio. (Ver figura 2.13)

⁸ [http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf](http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad%20didáctica%20neumática%204%20v1%20c.pdf)

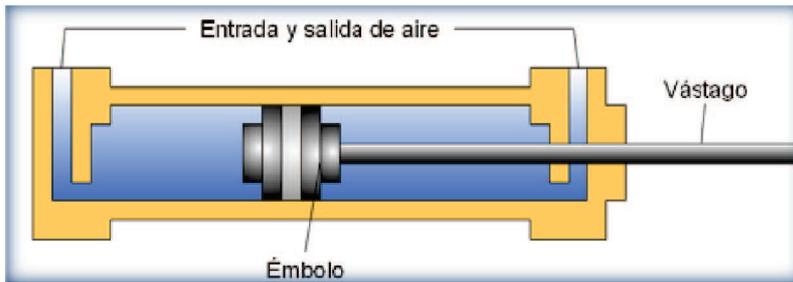


Figura 2.13 Actuador de doble efecto

Fuente: [http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehida/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf](http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehida/unidad%20didáctica%20neumática%204%20v1%20c.pdf)

2.2.5.6.2 Actuadores rotativos

Llamados también motores, los cuales transforman la energía neumática en energía mecánica de rotación.

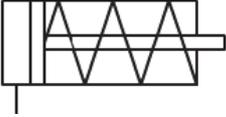
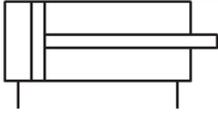
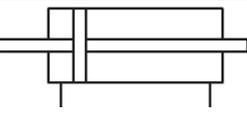
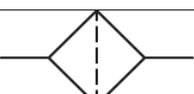
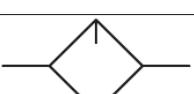
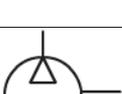
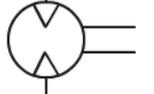
Estos son utilizados para hacer girar objetos o máquinas, el motor de una taladradora, atornillar, desatornillar, etc.

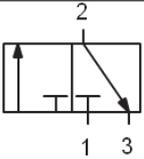
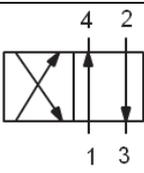
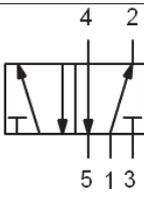
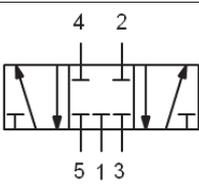
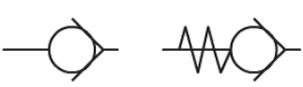
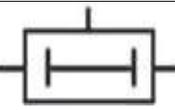
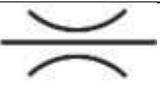
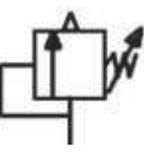
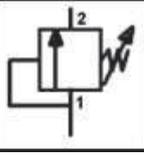
2.2.5.7 Símbolos básicos de los componentes neumáticos

En la tabla 2.3 se muestra algunas de las simbologías neumáticas para realizar esquemas de circuitos neumáticos.

Tabla 2.3 Símbolos de elementos neumáticos.

Símbolos	Descripción
	Unión de tuberías
	Cruce de tuberías
	Retorno a tanque

	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle
	Cilindro de doble efecto, vástago simple
	Cilindro de doble efecto, doble vástago
	Manómetro
	Termómetro
	Filtro
	Lubricador
	Compresor para aire comprimido
	Depósito neumático
	Motor neumático con un sentido de giro
	Motor neumático con dos sentidos de giro
	Válvula 2/2 normalmente cerrada

	Válvula 3/2 normalmente cerrada
	Válvula 4/2
	Válvula 5/2
	Válvula 5/3 normalmente cerrada
	Válvula de bloqueo (antirretorno)
	Válvula simultánea
	Válvula reguladora de caudal
	Válvula limitadora de presión
	Válvula secuncial

Fuente: <http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/n euma.ehidra/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf>

Realizado por: Sr Efraín Capurro Tapia.

2.2.6 Producción de aire comprimido

Para generar aire comprimido se utilizan los compresores, cuya finalidad es proveer la presión de aire conveniente para el accionamiento de los elementos neumáticos.

El proceso de transformación está basado en la disminución del volumen específico del aire (compresión).

El aire comprimido obtenido es conducido a través de canalizaciones y normalmente almacenado en depósitos o acumuladores.

2.2.6.1 Compresores⁹

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

La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor.

Los principios básicos que se presentan durante la compresión mecánica de los gases son los siguientes:

- La presión de los gases aumenta.
- El volumen del gas se reduce.
- La temperatura del gas se eleva

⁹ <http://es.libros.redsauce.net/index.php?folderID=8>

La relación entre todos estos factores es la siguiente:

$$P \times V = T \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Donde:

P: Presión.

V: Volumen.

T: Temperatura.

Existen muchos tipos de compresores diferentes, de distintos tamaños y múltiples aplicaciones tanto industriales y comerciales, como domésticas:

Los principales campos de aplicación son:

- Equipos Neumáticos
- Refrigeración
- Transmisión de gases
- Combustión

2.2.6.2 Clasificación de los compresores.

Existen varios tipos de compresores, dependiendo la elección de las necesidades y características de utilización, se puede clasificar a los compresores según el siguiente diagrama de la figura 2.14.

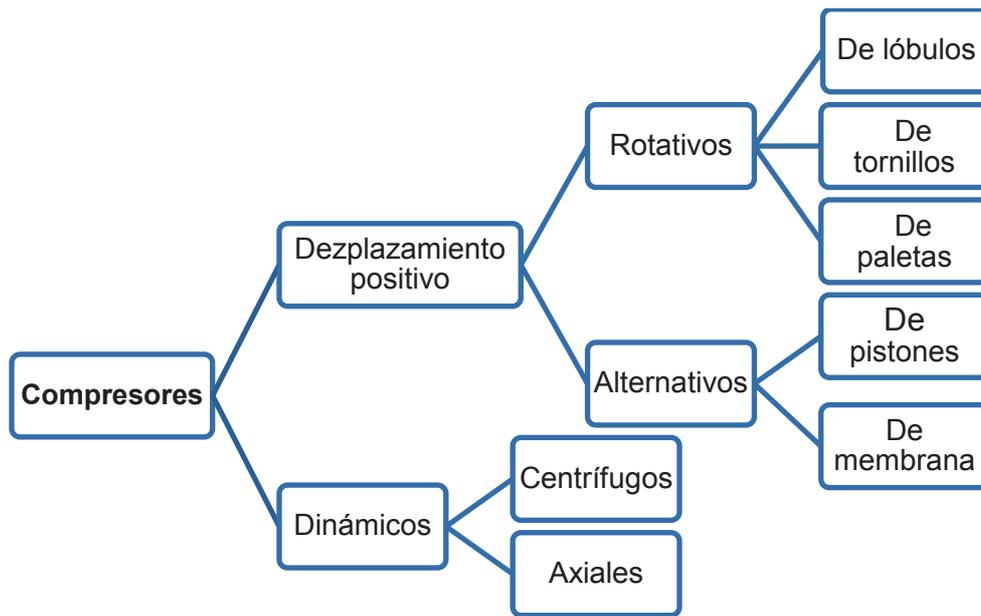


Figura 2.14 Clasificación de los compresores.

Fuente: http://widman.biz/boletines_informativos/56.pdf

Elaborado por: Sr. Efraín Capurro Tapia.

2.2.6.2.1 Compresores de desplazamiento positivo

Estos compresores son los más conocidos y comunes. Para realizar su estudio los hemos dividido en dos tipos diferentes

- a. Rotativos.
- b. Alternativos.

a. Compresores rotativos

Se llaman compresores rotativos a aquellos que producen aire comprimido mediante sistema rotatorio y continuo, es decir, que empujan el aire desde la aspiración hacia la salida, comprimiéndolo.

De este tipo de compresores se pueden distinguir tres tipos:

- De lóbulos
- De tornillos
- De paletas

Compresores de lóbulos

Su principio de funcionamiento se basa en aspirar aire e introducirlo en una cámara que disminuye su volumen. Está compuesto por dos rotores idénticos y usualmente simétricos, que giran en direcciones opuestas en el interior de una carcasa. Los rotores están conectados por dos ruedas dentadas y giran a la misma velocidad en sentido contrario, produciendo un efecto de bombeo y compresión del aire de forma conjunta, generando así, volúmenes iguales de aire.

Tienen las siguientes características:

- Producen altos volúmenes de aire seco a relativamente baja presión.
- Este sistema es muy simple y su funcionamiento es muy parecido a la bomba de aceite del motor de un auto donde se requiere un flujo constante.
- Tienen pocas piezas en movimiento.
- No poseen válvulas (Ver figura N° 2.15)

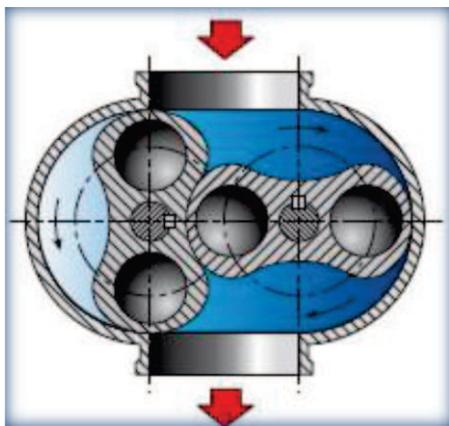


Figura 2.15 Compresor de lóbulos

Fuente:<http://www.turboservice.es/turbos/turbos-elturbo.html>

Compresores de tornillo

Los compresores de tornillo están constituidos por un par de rotores que tienen dientes helicoidales de engranaje constante. Los rotores están ubicados dentro de un cárter de hierro fundido provisto de dos orificios, el uno para la admisión y el otro para la salida del aire. El tornillo macho tiene normalmente cuatro lóbulos y

la hembra seis. Mientras el tornillo macho gira un cuarto de revoluciones la hembra gira un sexto de revolución

Según van girando los tornillos, los espacios que hay entre los lóbulos van siendo ofrecidos al orificio de admisión y el incremento de volumen experimentado provoca un descenso de presión, con lo que dichos espacios empiezan a llenarse de aire. Al mismo tiempo se inyecta aceite sometido a presión neumática en el aire entrante.

Cuando los espacios interlobulares están completamente cargados de aire, la rotación, que prosigue, cierra el orificio de admisión y comienza la compresión. El volumen de aire que hay entre los rotores en engrane continuo sufre aún mayor reducción. Cuando se alcanza la presión final a que se somete el aire, el espacio interlobular queda conectado con el orificio de salida, la mezcla descargada de aire/aceite pasa por un separador que elimina las partículas de aceite. Entonces fluye el aire limpio por la tubería neumática. (Ver figura 2.16)

Estos compresores tienen las siguientes características:

- Silencioso y pequeño
- Flujo continuo de aire
- Fácil mantenimiento
- Presiones y volúmenes moderados
- Desgaste muy bajo

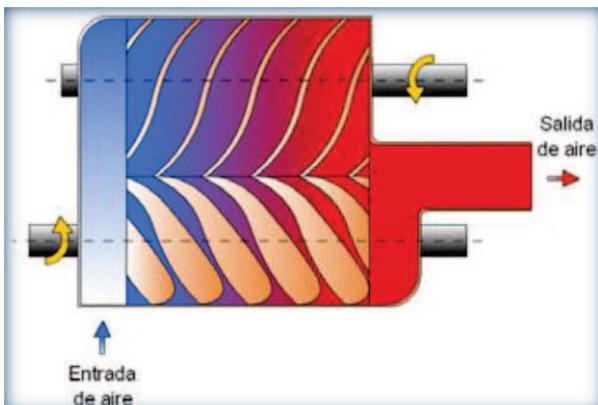


Figura 2.16 Compresor de tornillo

Fuente: http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/uniddidactica_neumatica_4_v1_c.pdf

Compresores de paleta

En el compresor rotativo a paletas el eje gira a alta velocidad mientras la fuerza centrífuga lleva las paletas hacia la carcasa (estator) de afuera. Por la carcasa ovalada, continuamente entran y salen por canales en su rotor. Este sistema es parecido a la bomba hidráulica a paletas como la bomba utilizada en la dirección hidráulica del auto.

Por la excentricidad de la cámara, los compartimientos llenos de aire entre paletas se achican entre el orificio de entrada y el de salida, comprimiendo el aire. (Figura 2.17) El volumen creado entre dos paletas disminuye durante la rotación hacia la cámara de presión, desde donde se suministra el aire comprimido.

Estos compresores tienen las siguientes características:

- Silenciosos y pequeños
- Flujo continuo de aire
- Buen funcionamiento en frío
- Sensibles a partículas y tierra
- Fácil mantenimiento
- Presiones y volúmenes moderados.

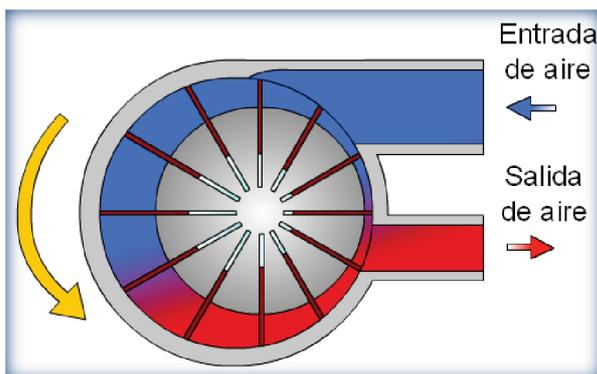


Figura 2.17 Compresor de paletas

Fuente: [http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad didáctica neumática 4 v1 c.pdf](http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad%20did%C3%A1ctica%20neum%C3%A1tica%204%20v1%20c.pdf)

b. Compresores alternativos

En estos compresores, la compresión es obtenida en uno o más cilindros en los cuales los émbolos o pistones comprimen el aire.

Estos compresores funcionan con el principio adiabático mediante el cual se introduce el gas en el cilindro por las válvulas de entrada, se retiene y comprime en el cilindro y sale por las válvulas de descarga, en contra de la presión de descarga

De este tipo de compresores se pueden distinguir dos tipos:

- Compresor alternativo de pistón
- Compresor alternativo de membrana

Compresor alternativo de pistón

Tiene una válvula de admisión y otra de escape, de manera que cuando el pistón llega al punto muerto inferior se abre la válvula de admisión e ingresa aire tomado del exterior, luego se cierra la válvula y el pistón avanza hacia el punto muerto superior reduciendo el volumen del aire, lo que hace que aumente su presión; en ese momento se abre la válvula de escape y el aire sale a la red de distribución. (Ver figura 2.18)



Figura 2.18 Compresor alternativo (de pistones)

Fuente: <http://instrumentacionindustrial2007ii.blogspot.com/2008/03/compresores-neumaticos.html>

Estos compresores pueden ser:

- De una etapa.
- De dos etapas.
- De varias etapas.

En los compresores de una etapa la presión final requerida es obtenida en un solo cilindro (en este caso un cilindro es una tapa).

Cuando el compresor es de varias etapas, el dispositivo cilindro – émbolo donde se realiza la segunda compresión debe ser de un tamaño menor al primero, para así lograr aumentar la presión de trabajo. Los caudales entregados pueden variar desde los más pequeños hasta los caudales mayores a $500 \text{ m}^3/\text{min}$.

Este tipo de compresores es utilizado para baja, media y alta presión, lo cual lo convierte en uno de los más apetecidos por la industria. Se pueden lograr presiones máximas de hasta 60 psi para una etapa y de 220 psi para dos etapas.

Por el modo de trabajo del pistón, los compresores alternativos pueden ser:

- De simple efecto.
- De doble efecto.

Son de simple efecto cuando el pistón trabaja sobre una sola cara del mismo, que está dirigida hacia la cabeza del cilindro. La cantidad de aire desplazado es igual a la carrera por la sección del pistón.

Y son de doble efecto cuando el pistón trabaja sobre sus dos caras y delimita dos cámaras de compresión en el cilindro. El volumen engendrado es igual a dos veces el producto de la sección del pistón por la carrera. Hay que tener en cuenta el vástago, que ocupa un espacio obviamente no disponible para el aire y, en consecuencia, los volúmenes creados por las dos caras del pistón no son iguales.

Algunos inconvenientes que se presentan al momento de trabajar con los compresores de pistones son:

- El aire sale a altas temperaturas del compresor, lo que aumenta el nivel de humedad en la línea de distribución.
- Si al compresor no se le da mantenimiento periódicamente, puede presentarse desgaste en los anillos que van al pistón, lo que permite el paso de aceite sucio a las aplicaciones.
- Este compresor produce gran cantidad de ruido.

Las partes externas que conforman un compresor de pistón y que ayudan a que éste funcione correctamente son las siguientes:

- Motor eléctrico
- Presostato
- Banda
- Polea
- Manómetro

- Cañerías
- Cabezote

Compresor alternativo de membrana (Diafragma)

Este tipo de compresores son de construcción sencilla y consisten, como su propio nombre lo indica, en una membrana que es accionada por una biela la cual está montada sobre un eje motor excéntrico; de este modo se obtendrá un movimiento de vaivén de la membrana produciendo la variación de volumen de la cámara de compresión en donde se encuentran alojadas las válvulas de admisión y descarga, accionadas automáticamente por la acción del aire.

Debido a que el aire no entra en contacto con elementos lubricados, el aire comprimido resulta de una mayor pureza, por lo que lo hace especialmente aplicable en industrias alimenticias, farmacéuticas, químicas y hospitales no como al alternativo que es utilizado para procesos en los que la limpieza del aire no son importantes. (Ver figura 2.19)

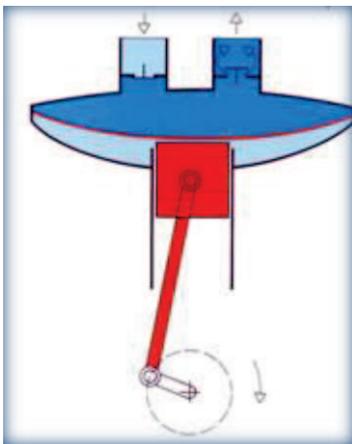


Fig. 2.19 Compresor alternativo de membrana.
Fuente: <http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/>

2.2.6.2.2 Compresores dinámicos

En los compresores dinámicos, al aire o gas se le imprime una energía de velocidad mediante la rotación a alta velocidad de los impulsores de la máquina. Parte de esta energía se convierte en presión.

Estos compresores dinámicos, o también denominados turbocompresores, pueden ser de dos tipos:

- a. Compresores radiales o centrífugos.
- b. Compresores axiales.

a. Compresores radiales o centrífugos.

El compresor centrífugo es el primer diseño empleado con éxito en las turbinas de gas. Está conformado por tres partes principales conocidas como rodete, difusor y múltiple de distribución, cada uno con una función específica en el proceso de compresión.

El aire entra al compresor cerca de su eje en dirección axial y es impulsado en forma radial por la fuerza centrífuga producida por el movimiento del rodete. El aire que sale radialmente y a gran velocidad del rodete, es tomado por el difusor donde la energía cinética del aire se transforma en energía potencial en forma de presión. El múltiple de distribución recoge el aire a presión y lo entrega a las cámaras de combustión.

El compresor centrífugo es muy usado para la compresión de gases y vapores. Se ha demostrado su economía en muchas aplicaciones, particularmente cuando se manipulan grandes volúmenes a presiones moderadas. Este compresor es particularmente adaptable a turbinas a vapor o a otros dispositivos de velocidad constante, así los dos principios fundamentales de operación y control son compatibles. También es adaptable a motor eléctrico, máquinas a gas y turbinas a gas siendo cada instalación para un proceso específico particular.

Presentan las siguientes características:

- Buena eficiencia dentro de un rango muy amplio de velocidades de rotación.
- Simplicidad relativa de fabricación y menores costos de producción.
- Bajo peso.
- Bajo consumo de potencia durante el arranque.

Desventajas más importantes del compresor centrífugo frente al compresor axial son:

- Área frontal considerablemente grande lo cual no es conveniente para aplicaciones aeronáuticas donde la resistencia al avance juega un papel importante.
- Más de dos etapas no son prácticas debido principalmente a las pérdidas en los ductos para llevar el aire de una etapa a la otra así como el mayor peso y potencia requerida.
- La mayoría de los compresores centrífugos funcionan a velocidades de 3.500 RPM (revoluciones por minuto) o superiores y uno de los factores limitantes es el de la fatiga del impulsor. Los impulsores de los compresores centrífugos son por lo común motores eléctricos o turbinas de vapor o gas, con o sin engranajes de aumento de velocidad. (Ver figura 2.20)



Figura 2.20 Compresor centrífugo

Fuente: <http://raa-juarez-ocaguera-jovany.blogspot.com/2010/10/compresor-centrifugo.html>

b. Compresores axiales.

El compresor axial se desarrolló para utilizarse con turbinas de gas y posee diversas ventajas para servicios en motores de reacción de la aviación. Su aceptación por la industria para instalaciones estacionarias fue lenta; pero se construyeron varias unidades de gran capacidad para altos hornos, elevadores de la presión de gas y servicios en túneles aerodinámicos.

En los compresores de este tipo, la corriente de aire fluye en dirección axial, a través de una serie de paletas o álabes giratorios de un rotor y de los fijos de un estator, que están concéntricos respecto al eje de rotación. A diferencia de la turbina, que también emplea las paletas de un motor y los de un estator, el recorrido de la corriente de un compresor axial va disminuyendo de área de su sección transversal, en la dirección de la corriente en proporción a la reducción de volumen del aire según progresa la compresión de escalón a escalón. (Ver figura 2.21)

Una vez suministrado el aire al compresor por el conducto de admisión, pasa la corriente a través de un juego de paletas directores de entrada, que preparan la corriente para el primer escalón o etapa del compresor. Al entrar en el grupo de paletas giratorios, la corriente de aire, que tiene una dirección general axial se dirige en la dirección de la rotación. Este cambio de dirección de la corriente viene acompañado de una disminución de la velocidad, con la consiguiente elevación de presión por efecto de difusión. Al pasar la corriente a través del otro grupo de paletas del estator se lo para y endereza, después de lo cual es recogida por el escalón siguiente de paletas rotatorios, donde continúa el proceso de presurización.

Un compresor axial simple puede estar constituido teóricamente por varias etapas según sea necesario, pero esto puede producir que a determinadas velocidades las últimas etapas funcionen con bajo rendimiento y las primeras etapas trabajen sobrecargadas. Esto puede ser corregido ya sea con extracción de aire entre etapas o se puede conseguir mucha mayor flexibilidad y rendimiento partiendo el compresor en dos sistemas rotatorios completamente independientes mecánicamente, cada uno

arrastrado por su propia turbina. El compresor de alta tiene paletas más cortas que el de baja y es más ligero de peso. Puesto que el trabajo de compresión del compresor de alta trabaja a mayor temperatura que el de baja se podrán conseguir velocidades más altas antes de que las puntas de las paletas alcancen su número de mach límite, ya que la velocidad del sonido aumenta a mayor temperatura. Por consiguiente el compresor de alta podrá rodar a mayor velocidad que el de baja.

El aire al salir del compresor pasa a través de un difusor que lo prepara para entrar a la cámara de combustión.

La alta eficiencia y la capacidad más elevada son las únicas ventajas importantes que tienen los compresores de flujo axial sobre las máquinas centrífugas, para las instalaciones estacionarias. Su tamaño y su peso menores no tienen mucha valor, tomando en cuenta, sobre todo, el hecho de que los precios son comparables a los de las máquinas centrífugas diseñadas para las mismas condiciones. Las desventajas incluyen una gama operacional limitada, mayor vulnerabilidad a la corrosión y la erosión y propensión a las deposiciones.

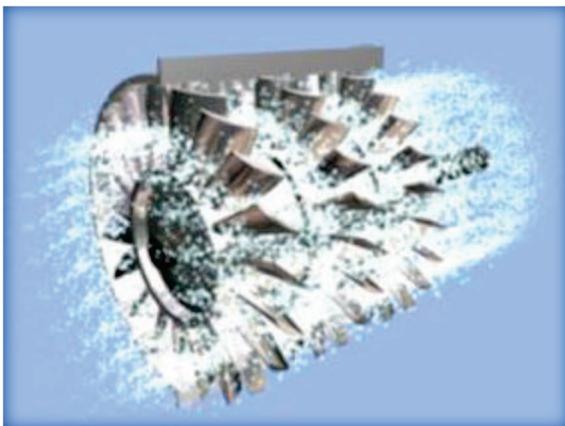


Figura 2.21 Compresor axial

Fuente:http://grupos.emagister.com/imagen/compresor_axial/19000-438280

2.3 Material didáctico

Se puede definir como material didáctico a todos aquellos medios o recursos que facilitan el proceso de enseñanza – aprendizaje dentro de un contexto educativo global y sistemático, y estimulan la función de los sentidos para acceder más fácilmente a la información, adquisición de habilidades y destrezas y a la formación de actitudes y valores.

Estos han sido utilizados en todos los niveles de enseñanza, y son parte indispensable del diseño curricular de toda carrera docente. Investigaciones del tema, afirman su importancia y su apoyo al proceso educativo.

En la enseñanza, el material educativo es el nexo entre las palabras y la realidad, es la fuente entre lo abstracto, la noción y lo concreto, debe sustituir a la realidad y representarla fielmente, para facilitar la objetivación por parte del alumno.

Cabe resaltar que no sólo un libro puede constituir un material didáctico. A continuación algunos ejemplos de materiales didácticos que se pueden utilizar:

- Objetos reales
- Dibujos
- Cartel
- Maquetas
- Diapositivas

En la actualidad, con la modernización de la tecnología, los sistemas audiovisuales son cada vez más importantes en los procesos educativos.

2.3.1 Clasificación de los materiales didácticos

Existen numerosas clasificaciones de los materiales didácticos. Para este estudio se las ha clasificado según la figura 2.22

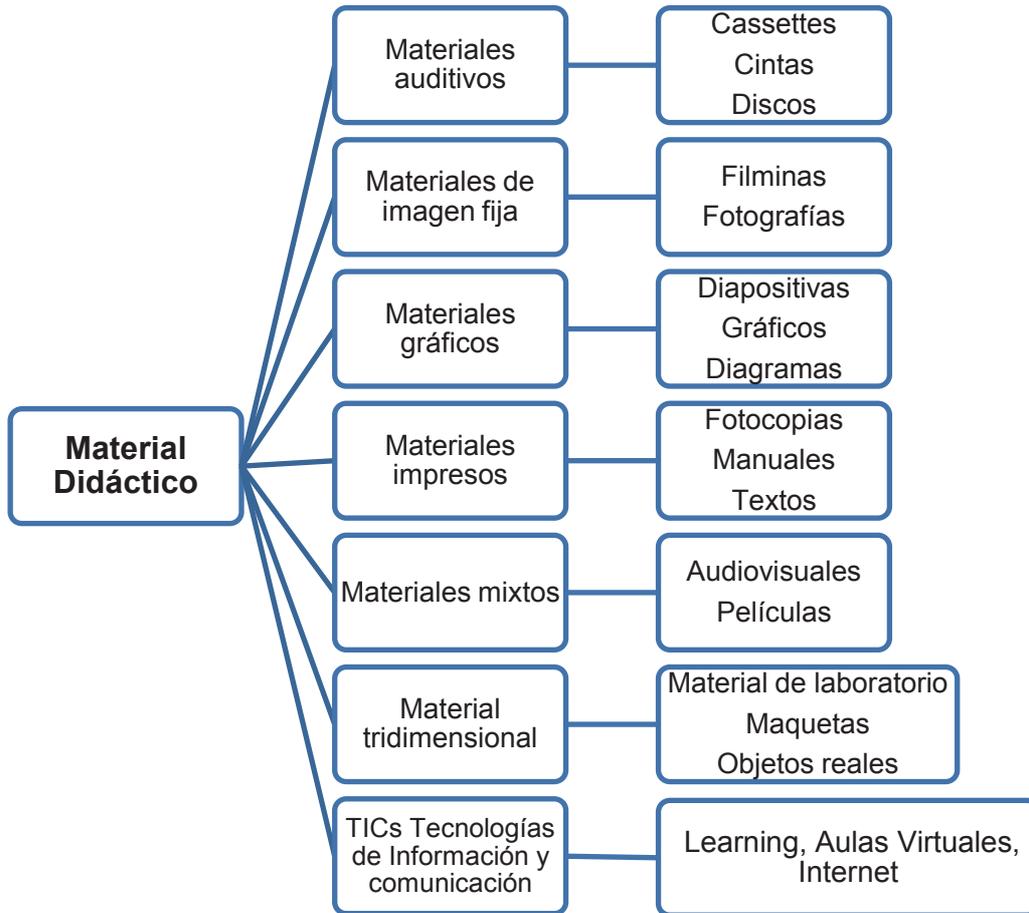


Figura 2.22. Clasificación del Material Didáctico
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

3.1 Preliminares

La implementación de las maquetas de dos compresores seccionados, una de tipo pistón y otra de tipo membrana para la instrucción académica de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se crea gracias a la investigación realizada en los talleres de la institución, donde mediante la observación, se verificó la urgente necesidad de concretar estos proyectos para facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación.

En la actualidad, no se encuentra en los laboratorios de la institución este tipo de material didáctico, por lo tanto el aprendizaje de los estudiantes es más teórico que práctico que no los beneficia, se estudian esta clase de compresores sin que los conozcan físicamente o materialmente y peor aún puedan manipularse cada una de sus partes para así lograr una educación más productiva y experimental que permita que el conocimiento a más de significativo, desarrolle destrezas para el manejo de los mismos facilitando una educación de mejor calidad.

Lo anterior, motivó para que en vista de esta necesidad se implementara, como proyecto investigativo, la construcción de dos modelos o maquetas de este tipo de compresores para el laboratorio de mecánica del I.T.S.A. para así aportar al mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica e incentivar a los futuros tecnólogos a fin de que realicen sus proyectos de grado con la elaboración de material didáctico que a más de complementar las actividades académicas, se pueda contribuir para el desarrollo de este instituto respondiendo en algo a las enseñanzas adquiridas y al esfuerzo institucional y de los instructores desarrollados durante estos años de estudio.

3.2 Planteamiento y estudio de alternativas

Una vez obtenido los compresores de pistón y de membrana se procede a analizar la mejor opción para realizar el seccionamiento que facilite de esta manera, a ejecutar los cortes que permitan visualizar de mejor forma cada una de las partes de estas máquinas, que previamente han sido estudiadas y detalladas en la parte teórica de este trabajo investigativo.

Para la realización de este proyecto, ya en el proceso, se dieron dos alternativas:

3.2.1 Primera alternativa

Consiste en la ejecución de cortes longitudinales que permiten ver un solo lado del compresor como resultado del corte realizado y que sin embargo presenta algunas desventajas. La principal es la que al cortar en un solo frente no se puede visualizar correctamente los componentes del compresor y cada una de las piezas que lo integran por la ubicación en que se encuentran ensamblados desde su fabricación y a efecto de cumplir su función específica, la de producir aire comprimido.

3.2.2. Segunda alternativa

Consiste en la ejecución de cortes por planos paralelos; debido a que este corte se utiliza en cada una de las piezas, da lugar al apareamiento de un mayor e importante número de elementos que no pueden ser observados por un plano único, esto permite una visualización de cada una de sus partes de forma óptima.

Se evidencia la ventaja de que con este corte se logra visualizar específicamente las partes importantes del compresor.

No se ha encontrado desventaja alguna.

Luego del análisis de las ventajas y desventajas se puede concluir que para el compresor del pistón se debe efectuar la alternativa número uno, puesto que éste,

consta de varias piezas a las cuales hay que realizar los cortes por separado, para que los cortes logren dar una mejor visualización de sus partes internas, y al compresor de membrana corresponde realizar la alternativa número dos, puesto que este compresor posee pocas piezas y con un solo corte se puede visualizar totalmente sus componentes.

3.3 Planificación del seccionamiento de los compresores

Las maquetas de los dos compresores seccionados, están elaboradas específicamente para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje que se da en los talleres de mecánica del I.T.S.A. en la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación, logrando así, que se constituyan en un verdadero material didáctico.

Para obtener las maquetas de los compresores seccionados fue necesario primeramente, realizar un estudio previo de los cortes que se van a realizar para obtener una buena visualización de las partes internas que conforman un compresor. Posteriormente se comenzó a analizar todas las herramientas y equipo de seguridad que se necesitarían para la ejecución del proyecto. Se estudió también la composición del material con el que están fabricados los compresores, para finalmente, elegir las herramientas indicadas que ejecutarían el seccionamiento de los compresores. Esto se realizó con el objetivo de que el trabajo final se lo elabore de la mejor manera, consiguiendo así, un mejor acabado del proyecto, una disminución del tiempo de trabajo y una reducción de los riesgos que se adquiere al realizar este tipo de maquetas didácticas.

3.4. Implementación

A continuación se da a conocer detalladamente cada uno de los procesos que se realizaron para la concreción de este trabajo investigativo que como ya señalamos tiene por objeto el seccionamiento de los dos compresores de aire para que a través de una visualización apropiada y positiva se convierta en material didáctico para el proceso de enseñanza - aprendizaje en los talleres de mecánica del I.T.S.A. en la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación. Cada paso está

enumerado secuencialmente según el orden en el que se iba ejecutando la construcción del proyecto.

Para este efecto se hizo inicialmente un listado de los diferentes elementos como los compresores a seccionar, las herramientas necesarias para el trabajo práctico, materiales indispensables para las adaptaciones y acondicionamientos en los soportes respectivos, y finalmente se seleccionó el necesario equipo de seguridad para el autor de este proyecto que debía utilizarse en el proceso de construcción de este material didáctico. En la parte correspondiente se detallan con los costos respectivos, las herramientas, materiales y equipo de seguridad utilizados.

3.5.1 Descripción de los compresores de aire seccionados

Los compresores de aire seccionados se construyen en vista de la necesidad que existe en los talleres de mecánica a falta de este tipo de material didáctico, y a la aprobación posterior del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para su utilización como material didáctico.

Los compresores de aire son una herramienta fundamental en la rama de la neumática, puesto que tienen un sinnúmero de aplicaciones. Existen varios tipos de estas máquinas pero su funcionamiento se basa en el mismo principio.

Para la realización del proyecto se seleccionaron los compresores tipo pistón y membrana, uno de cada uno, que habían estado en funcionamiento pero que por su vetustez ya no podían cumplir en forma eficiente con su objetivo pero que tenían todas las piezas y detalles importantes con sus características y funciones que sirvan como material o recursos didácticos para la enseñanza de Hidráulica y Neumática de aviación en los talleres de mecánica del I.T.S.A.

3.5.2. Orden de implementación

Para la realización de la implementación de las maquetas de los compresores seccionados, se realizó el siguiente plan de trabajo, para una mejor organización y desarrollo del proyecto, y una a una fueron ejecutadas sus fases.

El plan de trabajo se lo realizó de esta manera:

- Lista de materiales y herramientas.
- Desarmado y limpieza de los compresores.
- Lijado de los compresores.
- Estudio previo y ejecución de los cortes a realizar.
- Limado y esmerilado de las superficies cortadas.
- Medida y construcción del soporte.
- Pintado de los diferentes elementos.
- Estudio de las partes de los compresores seccionados.
- Ensamblado de los compresores al soporte.
- Acoplamiento de las ruedas a la maqueta.
- Arreglado del motor eléctrico del compresor de pistón

3.6. Lista de materiales y herramientas

Para la ejecución del proyecto fue necesaria la adquisición del siguiente material:

- Mica.
- Tiñer.
- Gasolina.
- Guaípe.
- Teflón.
- Silicona.
- Remaches.
- Tubos cuadrados de acero.
- Lija número 36.

- Lija número 150.
- Fondo uniprimer.
- Pintura de esmalte roja.
- Pintura de esmalte gris.
- Pintura de esmalte celeste.
- Pintura de esmalte naranja.
- Pintura de esmalte dorada.
- Pintura de esmalte negra.
- Electrodo.
- Brocas.
- Pernos, tuercas y arandelas.
- Manómetro, presostato y llaves.
- Bushing (acoples) y niples.
- Manguera de activación del presostato.
- Papel victoria (empaquete).
- Disco de corte.
- Compresor de pistón.
- Compresor de membrana.
- Ruedas.
- Cableado.
- Interruptor.
- Flexómetro.
- Regla.
- Marcador permanente.

Se estimó como necesarias las siguientes Herramientas:

- Compresor CAMPBELL CHCI5308H
- Soldadora POWER TOOLS W-6180
- Amoladora DEWALT
- Lima

- Destornillador estrella
- Destornillador plano
- Remachadora
- Taladro y brocas
- Pistola de gravedad para pintar
- Llave 1/2
- Llave 7/16
- Llave 9/16
- Llave inglesa de 10 in.

Para la ejecución del proyecto fue indispensable contar con el siguiente equipo de seguridad:

- Overol
- Guantes
- Gafas
- Mascarilla
- Tapones de oídos
- Máscara de soldar

3.7 Desarmado de los compresores

Luego disponer completamente de todos los materiales necesarios para realizar el seccionamiento de los compresores y tenerlos listos en el taller de mecánica para la construcción del material didáctico propuesto, se procedió inicialmente a desarmar cada uno de los componentes de los compresores para facilitar su limpieza puesto que estos fueron comprados en talleres de mecánica que estaban en uso y que podían ser utilizados con el objetivo propuesto en esta investigación, esto es, convertirse en material didáctico para la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación en los talleres de mecánica del I.T.S.A. Los compresores llegaron en regular estado como se puede observar en las figuras 3.1 y 3.2.



Figura 3.1. Compresor



Figura 3.2. Compresor

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Para realizar el seccionamiento de los compresores, fue necesario desarmarlos para distinguir todas sus partes y estudiar el funcionamiento de cada una de éstas.

El compresor de pistón fue desarmado en su totalidad. Primero se procedió a quitar la banda y la polea, luego el motor eléctrico y por último el cabezote donde permanece alojado el pistón.

Al quitar el cabezote se procedió a extraer el aceite que se encontraba en el interior, el cual servía de lubricación de las partes internas del mismo como el pistón, el cigüeñal, brazo de biela y demás componentes. Al realizar esto, se observó que el compresor de pistón realiza la lubricación mediante chapoloteo del aceite.

Luego de esto se realizó una prueba de funcionamiento del motor eléctrico verificando que se encontraba en buen estado y que funcionaba correctamente.

Para el compresor de mebrana fue más fácil el desarmado puesto que es una sola unidad y se procedió a quitar los tornillos que se encuentran en la parte superior de éste.

Se extrajo la membrana la cuál estaba unida al brazo de biela. Luego se realizó una prueba de funcionamiento del motor eléctrico de este compresor, comprobando que éste se encontraba quemado.

En el proceso de desarmado fueron utilizados los siguientes materiales:

- Llave francesa
- Destornillador estrella
- Destornillador plano
- Llave 1/2
- Llave 7/16
- Llave 9/16

El equipo de seguridad utilizado en la limpieza fue:

- Overol
- Guantes

3.8 Limpieza de los compresores

Una vez realizado el desarmado de todas las piezas de los compresores continuamos con la limpieza para posterior a esto, lograr un buen acabado de la pintura.

Primero se observó que las superficies de los componentes de los compresores tenían impurezas, como aceite, capas de pintura, grasa, óxido, etc. para lo cual es necesario realizar una limpieza sobre todas las superficies de los compresores.

Se procedió a limpiar cada una de las partes de los compresores con la espátula sacando todas impurezas que venían adheridas a los compresores. Luego se los mojó con tñer para debiltar la pintura que inmediatamente sería retirada . Esto se hizo con el fin de que al pasarle una nueva capa de pintura, la superficie de los compresores esté libre de desperfectos y la capa de pintura se fije firmemente a los compresores.

Después de haber realizado todo esto se continuó con el lijado de las superficies de cada una de las partes de los compresores con lijas número 36 y 150; y por último se los limpió con el guaipe humedecido con gasolina.

En este proceso se pudo observar que las piezas exteriores del compresor de pistón poseían varias capas de pintura lo cual dificultó un poco el trabajo.

Como se puede observar en la figura 3.3 el compresor de tipo pistón tenía tres capas de pintura de distintos colores que tenían que ser retiradas.



Figura 3.3 Estado del compresor de pistón
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Los materiales que se utilizaron para el lijado fueron:

- Lijas número 36 y 150
- Tiñer
- Gasolina
- Guaipe
- Espátula

Durante todo este trabajo el equipo de seguridad utilizado fue el siguiente:

- Overol
- Guantes
- Mascarilla

3.9 Estudio previo y ejecución de los cortes a realizar

Continuando con el desarrollo del proyecto se analizaron los cortes a realizar de forma meticulosa para lograr los objetivos didácticos de este material y se procedió a su concreción; utilizando la amoladora DEWALT y un disco de corte de 1/8 de pulgada. (Ver figuras 3.4, 3.5, 3.6)

Se procedió primeramente a realizar las medidas de los cortes con la ayuda de un flexómetro. Luego con una regla y marcadores, se dibujaron en las superficies de los compresores las líneas donde se ejecutarían todos los cortes.

Por último se colocó el disco de corte en la amoladora, y equipándonos con el equipo de seguridad necesario, procedimos a realizar los cortes previamente marcados en los compresores.

Se realizaron los cortes en el tanque, en el cilindro y en el motor eléctrico del compresor de pistón en ese orden.



Figura 3.4 Corte del tanque del compresor
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia



Figura 3.5 Corte del cabezote
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia



Figura 3.6 Corte del motor eléctrico del compresor
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Luego se procedió a cortar el compresor de membrana (ver figura 3.7)



Figura 3.7 Corte del compresor de membrana
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

En este proceso se tomaron todas las precauciones necesarias puesto que la amoladora es una herramienta extremadamente peligrosa que puede causar graves accidentes.

Los materiales y herramientas que se utilizaron para realizar los cortes fueron:

- Amoladora DEWALT
- Disco de corte de 1/8 de pulgada.
- Flexómetro.
- Marcador permanente.
- Regla.

El equipo de seguridad utilizado fue:

- Overol
- Guantes
- Gafas
- Tapon de oídos.

3.10 Esmerilado de las superficies cortadas

El proceso de esmerilado consiste en la eliminación de los restos del material producido por el corte mediante la utilización de partículas abrasivas que se encuentran adheridas al disco cerámico, el cual va ubicado en la amoladora la cual proporciona un movimiento de rotación al disco. Estas partículas extraen virutas del material en el que se está trabajando dejando un acabado liso y elegante. (Ver figura 3.8)

En las superficies que no se logró llegar con la amoladora, se utilizó una lima y con ayuda de las lijas se logró un buen acabado de las superficies.

Como se puede observar la amoladora se la utilizó para realizar los cortes y también para esmerilar las superficies, manejándola siempre con prudencia.



Figura 3.8 Efectuando corte y limando
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Los materiales y herramientas utilizadas en este proceso fueron:

- Amoladora DEWALT
- Disco de corte de 1/8 de pulgada
- Lima
- Lija número 36

El equipo de seguridad utilizado:

- Overol
- Guantes
- Gafas
- Tapón de oídos

3.11 Medida y construcción del soporte

Para la construcción del soporte se procedió primero a su esquematización, al cálculo de las medidas que iba a tener el mismo basándose en el tamaño de los compresores y la utilización que éstos iban a tener en los talleres de mecánica del I.T.S.A en la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación.

Las medidas que se obtuvieron fueron: de 52 cm largo por 26 cm de profundidad por 60 cm de alto. Luego se procedió al corte de los tubos cuadrados de acero utilizando la amoladora junto con el disco de corte, se procedió a realizar la operación (ver la figura 3.9)



Figura 3.9 Construcción soporte
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Luego que estuvieron cortados los tubos cuadrados de acero se procede a soldar para armar el soporte, para lo cual se utilizó una soldadora eléctrica y electrodos, los cuales al desgastarse poco a poco unirá los elementos con una gran resistencia estructural que resista los esfuerzos para los cuales ha sido diseñado el soporte de la maqueta (Ver figura 3.10).

En el momento de soldar se tuvo mucha precaución puesto que esta herramienta produce un gran voltaje, el cual al no ser utilizado correctamente puede causar accidentes graves.



Figura 3.10 Soldado del soporte
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Luego de haber armado el soporte se procedió a esmerilar los puntos soldados, terminando así con el soporte de los compresores (Ver figura 3.11)



Figura 3.11 Armando soporte
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Los materiales y herramientas utilizadas para este efecto fueron:

- Disco de corte de 1/8 de pulgada
- Amoladora
- Soldadora
- Electrodo
- Lima.

El equipo de seguridad utilizado en esta etapa fue:

- Overol
- Guantes.
- Gafas
- Máscara de soldar

3.12 Pintado de los compresores

Para dar un mejor acabado de los compresores se procedió a pintar: primero se empezó con el compresor de pistón, pintando el depósito con pintura de esmalte roja, luego el cabezote de color naranja y por último al motor eléctrico con pintura gris. Las cañerías se las pintó de celeste junto con el interior del depósito.

Anterior a esto se pintó con fondo uniprimer (color gris) a todos los componentes de los compresores para evitar posibles corrosiones.

Al compresor de membrana que es más pequeño se lo pintó de color dorado (Ver figura 3.12).



Figura 3.12 Pintado de compresores
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Los materiales y herramientas utilizadas fueron:

- Compresor
- Pistola de gravedad para pintar
- Pintura
- Fondo uniprimer
- Tiñer

El equipo de seguridad utilizado en esta fase se describe a continuación:

- Overol
- Gafas
- Guantes
- Tapones de oídos

3.13 Estudio de las partes de los compresores seccionados

Luego de haber culminado con el pintado de cada una de las partes de los compresores se continuó con el estudio de estos componentes. Primero se inspeccionó el compresor de tipo pistón empezando por las válvulas de admisión y de escape que se encontraban alojadas por encima del cilindro (Ver figura 3.13).

Cuando el pistón llega al punto muerto inferior del cilindro, la válvula de admisión se abre, ingresando en ese momento el aire del exterior, luego la válvula se cierra y el pistón avanza hacia el punto superior, reduciendo así el volumen del aire y aumentando su presión; en ese momento la válvula de escape se abre y sale el aire a presión a la red de distribución



Figura 3.13 Válvula de admisión y de escape
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

A continuación se prosiguió con el estudio del cabezote seccionado, al cual se le hicieron dos cortes. En el primer corte, se pueden observar el cilindro y el pistón. (Ver figura 3.14)

Se verificó que el compresor es de una etapa, puesto que el mismo sólo posee un dispositivo cilindro – émbolo; y que es de simple efecto ya que el pistón trabaja con una sola de sus caras.

En el segundo corte que se realizó al cabezote se pueden visualizar el cigüeñal junto con el brazo de biela. (Ver figura 3.15)



Figura 3.14 Cilindro y pistón
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia



Figura 3.15 Cigüeñal y brazo de biela

Por último se examinó el motor eléctrico (Ver Figura 3.16), el mismo que tenía las siguientes características:

- Potencia: 1 Hp.
- RPM: 1750.
- 60 Hz.
- Voltaje: 120/220 V.



Figura 3.16 Motor eléctrico
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

Con el compresor de membrana se procedió primero a la inspección de la membrana, la cual estaba unida al brazo de biela (Ver figura 3.17). Se observó también la cavidad donde se aloja dicha membrana y por último el motor eléctrico (Ver figura 3.18)

Gracias a este estudio se pudo verificar que el compresor de membrana no posee un sistema de lubricación, por lo que el aire comprimido resulta de una mayor pureza.



Figura 3.17 Membrana y brazo de biela
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.



Figura 3.18 Cavidad de la membrana



Figura 3.19 Membrana y brazo de biela
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.14 Ensamblaje de los compresores al soporte

Continuando con la construcción de las maquetas para la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación, se procedió a ensamblar los compresores junto con el soporte soldándolos y dando los últimos acabados para su terminación, comprobando en todo momento que cumplan las condiciones de visibilidad de sus partes y de sus movimientos como recurso didáctico a las que serán destinados.

Se acoplaron el manómetro, la manguera de activación del presostato junto con todos los acoples los cuales fueron ensamblados con teflón para una mayor sujeción.

3.15 Acoplamiento de las ruedas a la maqueta.

Para facilitar el transporte de la maqueta de un lugar a otro, se le instalaron cuatro ruedas en los extremos inferiores del soporte. Estas ruedas poseen frenos para mantener con seguridad la maqueta en un lugar indicado, evitando así posibles accidentes.

Con la soldadora eléctrica y electrodos se procedió a soldar una a una las ruedas al soporte de las maquetas. (Ver figura 3.20)

Los materiales y herramientas utilizadas fueron:

- Soldadora
- Electrodo
- Cuatro ruedas

El equipo de seguridad utilizado en esta fase se describe a continuación:

- Overol
- Guantes
- Máscara de soldar



Figura 3.20 Ruedas de la maqueta

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

3.16 Arreglado del motor eléctrico del compresor de pistón

Para optimizar al máximo la utilización de las maquetas didácticas se procedió a dar movimiento a los componentes del compresor de tipo pistón. Puesto que el motor eléctrico se encontraba en buen estado, se lo rehabilitó, utilizando un interruptor que posee dos posiciones; ON y OFF las cuales encienden y apagan respectivamente el motor eléctrico.

Se configuró al motor eléctrico para que funcione con corriente de 110 y 220 V. de AC (Ver figura 3.21).

Los materiales y herramientas utilizadas fueron:

- Cable
- Interruptor
- Tornillos
- Destornillador

El equipo de seguridad utilizado en esta fase se describe a continuación:

- Overol



Figura 3.21 Motor eléctrico rehabilitado.
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia

Para finalizar el proceso de elaboración de la maqueta didáctica se procedió a colocar los nombres a cada una de las partes que conforman al compresor de pistón para identificar a dichas partes, culminando totalmente el proyecto (Ver figura 3.22 y 3.23).



Figura 3.22 Maqueta de los compresores seccionados 1
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.



Figura 3.23 Maqueta de los compresores seccionados 2
Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.17 Pruebas de funcionamiento y operación

Una vez terminado el proceso de elaboración de las maquetas didácticas, se realizaron pruebas de las mismas. Con la operación observada se pudo comprobar que la maqueta funciona correctamente.

Pero cabe recalcar que al operar la maqueta es necesario tomar todas las medidas necesarias, por lo que se han colocado el manual de operación y la señalización necesaria para que se pueda utilizar el mecanismo correctamente.

3.18 Presupuesto

Los costos de ejecución de esta investigación y construcción de las maquetas fue responsabilidad del estudiante Efraín Capurro Tapia.

3.19 Análisis de costo

Los costos de los diferentes materiales, instrumentos y herramientas utilizados en la realización de esta investigación y construcción de las maquetas están sujetos a los precios del mercado local por lo que en el correspondiente presupuesto se hace constar únicamente esos valores.

3.19.1 Materiales

Tabla 3.1 Costos de los materiales para la construcción de la maqueta.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Valor total
1	Mica	6,00	6,00
1	Tiñer	1,50	1,50
1	Gasolina	1,50	1,50
1	Guaípe	1,00	1,00
1	Teflón	1,00	1,00
1	Silicona	1,00	1,00
10	Remaches	0,10	1,00
2	Tubos cuadrados de acero	9,00	18,00
2	Lija número 36	1,00	2,00
2	Lija número 150	1,00	2,00
1	Fondo uniprimer	6,50	6,50
¼	Pintura de esmalte roja	1,50	1,50
¼	Pintura de esmalte gris	1,50	1,50

¼	Pintura de esmalte celeste	1,50	1,50
¼	Pintura de esmalte naranja	1,50	1,50
¼	Pintura de esmalte dorada	1,50	1,50
¼	Pintura de esmalte negra	1,50	1,50
1	Electrodos	2,00	2,00
1	Pernos, tuercas y arandelas	2,50	2,50
1	Manómetro, presostato y llaves	16,00	16,00
1	Bushing (acoples) y niples	7,00	7,00
1	Manguera de activación del presostato	3,00	3,00
1	Papel victoria (empaquete)	5,00	5,00
1	Disco de corte	2,00	2,00
1	Compresor de pistón	70,00	70,00
1	Compresor de membrana	30,00	30,00
4	Ruedas	10,00	40,00
1	Cable	5,00	5,00
1	Interruptor	35,00	35,00
1	Flexómetro	6,00	6,00
1	Regla	1,00	1,00
1	Marcador permanente	1,00	1,00
Total			276,00

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.19.2 Herramientas

Tabla 3.2 Costo de las herramientas utilizadas en el proyecto.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Valor total
1	Compresor (Alquilado)	10,00	10,00
1	Soldadora (Alquilado)	20,00	20,00
1	Amoladora (Alquilado)	5,00	5,00
1	Lima	3,50	3,50
1	Destornillador estrella	2,50	2,50
1	Destornillador plano	2,50	2,50
1	Remachadora (Alquilado)	1,50	1,50
1	Taladro y brocas (Alquilado)	4,00	4,00
1	Pistola de gravedad para pintar	2,50	2,50
1	Llave ½	1,00	1,00
1	Llave 7/16	1,00	1,00
1	Llave 9/16	1,00	1,00
1	Llave inglesa de 10 in.	3,50	3,50
Total			58,00

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.19.3 Equipo de seguridad

Tabla 3.3 Costo del equipo de seguridad utilizados en el proyecto.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Valor total
1	Overol	20,00	20,00
1	Gafas	2,00	2,00
1	Tapones de oídos	2,00	2,00
1	Máscara de soldar	5,00	5,00
1	Guantes	3,00	3,00
1	Mascarilla	1,50	1,50
Valor total			33,50

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.19.4 Mano de obra

La mano de obra fue responsabilidad del interesado en este caso el estudiante Efraín Capurro pero cabe destacar que se requirió de la orientación de un profesional, el mismo que se le canceló sus honorarios por el costo de 200 dólares

3.19.5 Costos secundarios

Tabla 3.4 Costos secundarios.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Valor total
25	Transporte personal	2.00	50,00
1	Transporte materiales	28,00	28,00
15	Refrigerios	3.00	45,00
1	Materiales de escritorio	50,00	60,00
Total			183,00

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.19.6 Costo total

Tabla 3.5 Costo total

Número	Descripción	Totales
1	Materiales	276,00
2	Herramientas	58,00
3	Equipo de seguridad	33,50
4	Mano de obra	200,00
5	Costos secundarios	183,00
COSTO TOTAL		750,50

Fuente y elaboración: Efraín Capurro Tapia.

3.20 Elaboración de manuales

Para que los docentes de la materia de Hidráulica y Neumática de aviación realicen un correcto uso de las maquetas didácticas, sin poner en riesgo su seguridad y la integridad de los estudiantes, a continuación se describe de forma detallada los procedimientos que se debe seguir para operar correctamente los compresores seccionados en la enseñanza de los alumnos.

3.20.1 Manual de seguridad

El objetivo principal de este manual es precautelar la seguridad de los estudiantes y del docente en el momento en que se realizan las clases prácticas con las maquetas de los compresores de pistón y de membrana seccionados.

3.20.1.1 Procedimiento.

- Antes de realizar las prácticas con las maquetas, al docente le corresponde dar una charla previa a los estudiantes para que estén familiarizados con los componentes que conforman a los compresores de pistón y de membrana.
- Realizar una inspección visual para verificar el estado de los compresores y del soporte que los sostiene.
- Verificar que los pernos ubicados en el cabezote del compresor de pistón estén con el torque indicado antes de poner en funcionamiento la maqueta.
- Comprobar que las ruedas de la maqueta estén frenadas.
- Usar los elementos de protección adecuados como gafas, guantes y overol.
- Lubricar las piezas móviles de la maqueta antes de ponerla en funcionamiento con un aceite liviano.
- Estar siempre alerta de las piezas móviles de los componentes y no permitir

que los estudiantes manipulen las maquetas de manera incorrecta, puesto que pueden causar accidentes lamentables.

3.20.2 Manual de operación

El siguiente manual tiene como finalidad detallar los procedimientos que se deben cumplir para realizar un correcto funcionamiento de las maquetas de los compresores seccionados.

3.20.2.1 Procedimiento

- Verificar que estén todas las piezas que conforman las maquetas.
- Conectar la maqueta a corriente 110 V de AC.
- Para iniciar el funcionamiento del compresor de pistón pulsar el interruptor en posición ON que se encuentra en el motor del mismo y para apagarlo pulsar OFF.
- Si el docente lo cree conveniente, puede desmontar las piezas de las maquetas para realizar un estudio exhaustivo de cada uno de los elementos de los compresores.
- Colocar siempre las piezas en su lugar correspondiente después de haber realizado la práctica.
- Verificar que la maqueta se encuentre desconectada al finalizar la práctica.
- El docente tiene toda la libertad de utilizar las maquetas según su conveniencia siempre y cuando el proceso de enseñanza – aprendizaje se vea mejorado.

3.20.3 Manual de mantenimiento

Este manual detalla la información necesaria para dar los cuidados preventivos a las maquetas y lograr así aumentar la vida útil de las mismas.

3.20.3.1 Procedimiento.

- Dar limpieza constante a cada una de las piezas de las maquetas seccionadas.
- Mantener en un lugar libre de humedad.
- Evitar que se acumule polvo que deteriore a los compresores.
- Cada año pintar con pintura anticorrosiva para evitar posibles daños causados por la corrosión.
- Cubrir con un plástico la maqueta.
- No dejar las maquetas a la intemperie.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El material didáctico creado para el ITSA es gracias a la investigación realizada en los talleres y laboratorios del instituto para una enseñanza y aprendizaje de calidad en sus aulas y laboratorios.
- Los compresores como material didáctico en la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación son importantes para que el proceso de enseñanza - aprendizaje no sea solo teórico sino que pueda experimentarse con la observación de su funcionamiento y de las diferentes clases que existen en el mercado.
- Ha sido de utilidad, como resultado de todo lo anterior, la construcción de una maqueta de tipo pistón y de membrana para que se pueda cumplir con los objetivos curriculares de la asignatura de Hidráulica y Neumática de Aviación en la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ITSA, que indudablemente mejorará el aprendizaje de los estudiantes.
- Mediante esfuerzo, dedicación y la acertada dirección del tutor de esta investigación se ha logrado cumplir con los objetivos planeados al inicio de la misma, constituyendo una experiencia académica muy importante en la conclusión de esta carrera profesional.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda, a todo el personal que haga uso de las maquetas de enseñanza, tener precaución al utilizarlas y usar los manuales elaborados para así conservar su utilidad y funcionamiento.
- Se recomienda que se siga implementando más maquetas didácticas para la asignatura de Hidráulica y Neumática de aviación para fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje de los alumnos del ITSA.
- Se recomienda la ubicación de las maquetas de los compresores seccionados en un lugar que brinde todas las seguridades tanto para los estudiantes como los docentes.

GLOSARIO

Álabe: paleta curva de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica. Forma parte del rodete y, en su caso, también del difusor o del distribuidor. Los álabes desvían el flujo de corriente, bien para la transformación entre energía cinética y energía de presión por el principio de Bernoulli, o bien para intercambiar cantidad de movimiento del fluido con un momento de fuerza en el eje.

Anticorrosivo: es un material que sirve para proteger una superficie de un proceso de degradación llamado corrosión. La corrosión es un proceso electroquímico complejo y difícil de controlar, también pasa por el tiempo ya que se descomponen las materias y es irreparable.

Axial: simetría alrededor de un eje, de modo que un sistema tiene simetría axial o axisimetría cuando todos los semiplanos tomados a partir de cierto eje y conteniéndolo presentan idénticas características.

Biela: barra que transforma un movimiento de vaivén en otro de rotación.

Carcasa: conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte (internas) o protegen (externas) a otras partes de un equipo, construcción o ser vivo.

Cárter: caja metálica que aloja los mecanismos operativos del motor. Es el elemento que cierra el bloque, de forma estanca, por la parte inferior, y que cumple adicionalmente con la función de actuar como depósito para el aceite del motor. Simultáneamente, este aceite se refrigera al ceder calor al exterior.

Cilindro: en un motor, es el recinto por donde se desplaza un pistón. Su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico.

Corrosión: deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación),

la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos.

Densidad: en física y química, la densidad o masa específica (símbolo ρ) es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.

Difusor: dispositivo que transforma la energía debida a la velocidad de un fluido en energía de presión.

Engranaje: se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina 'corona' y la menor 'piñón'. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas.

Estator: parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia (siendo el otro su contraparte móvil, el rotor).

Excéntrico: Que esta fuera del centro o tiene un centro diferente

Fuerza centrífuga: a fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación, o equivalentemente la fuerza aparente que percibe un observador no inercial que se encuentra en un sistema de referencia giratorio.

Helicoidal: que tiene forma de hélice.

Manómetro: aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Motor: parte de una máquina capaz de transformar algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

Oleohidráulica: rama de la hidráulica, el prefijo "oleo" se refiere a los fluidos en base a derivados del petróleo, como el aceite mineral por ejemplo. En esencia, la oleohidráulica es la técnica aplicada a la transmisión de potencia mediante fluidos confinados.

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

Presostato: también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

Radial: quiere decir en una dirección hacia el centro de rotación de la flecha o del rotor. En las mediciones de vibración de maquinaria las mediciones radiales se hacen con el transductor orientado de tal manera que su eje sensible está en dirección radial. Las mediciones radiales son las mejores para detectar el desbalanceo en rotores.

Rotor: es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

Simetría: rasgo característico de formas geométricas, sistemas, ecuaciones y otros objetos materiales, o entidades abstractas, relacionada con su invariancia bajo ciertas transformaciones, movimientos o intercambios.

Simétrico: perteneciente a la simetría, que la manifiesta o la contiene.

Turbina: son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y éste le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes.

Es un motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía de una corriente de agua, vapor de agua o gas. El elemento básico de la turbina es la rueda o rotor, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar. Esta energía mecánica se transfiere a través de un eje para proporcionar el movimiento de una máquina, un compresor, un generador eléctrico o una hélice.

Unidireccional: que tiene una sola dirección.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA Alonso, (2001). Física general y Física Vectorial. Tercera edición. Editorial Aguilar. Madrid, España

CARROBLES Maeso Marcial, (2000). Manual de Mecánica Industrial. Primera edición. Editorial Paraninfo. México.

DE LA HERAS Jiménez Salvador (1994). Instalaciones Neumáticas. Primera edición. Editorial UOC. España.

FERNÁNDEZ Larrañaga Bonifacio, (2001). Introducción a la mecánica de fluidos Segunda Edición. Editorial Alfa omega. México.

GARETH Williams, (1996). Fundamentos básicos de Mecánica de fluidos. Tercera Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. México.

GUILLÉN Salvador Antonio, (1993). Introducción a la neumática. Primera edición Editorial Marcombo S.A. México.

JAMES Fay A, (1995). Mecánica de fluidos. Cuarta Edición. Editorial CECSA. México.

JERRY Wilson D., (1994). La Mecánica de fluidos, aplicaciones e implicaciones. Segunda Edición. Editorial Prentice Hall. Chile.

J.K Vernard Street R.L., (1998). Elementos de Mecánica de fluidos. Tercera edición Versión 51. Editorial CECSA. España.

MILLÁN Salvador, (1998). Automatización neumática y electroneumática. Primera edición. Editorial Norgren. México.

MULLER John, (1993). La Mecánica de fluidos. Tercera Edición. Editorial CECSA México.

PANCHI Nuñez Cesar Eduardo, (1999) Física Vectorial Elemental. Octava edición. Editorial Rodin. Quito, Ecuador

POVEDA Ramos Gabriel, (2007). Modelo matemático y dimensional para el planteamiento óptimo de industrias de proceso. Cuarta edición. Editorial Textos Académicos. México

SEARS Francis Zemansky Mark, (2000), Física general. Tercera edición. Editorial Tolle-Legge. Madrid-España

SERRANO Nicolás A., (2009). Neumática práctica. Tercera edición. Editorial Paraninfo. México.

ZAMBRANO Orejuela, (2010). Física Vectorial Básica. Primera edición. Editorial Maya Quito, Ecuador.

http://www.d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.eh idra/unidad_didactica_neumatica_4_v1_c.pdf (unidad _ didáctica _ neumática)

<http://construccion-refrigeracion.blogspot.com/2009/07/manuales-compresores-mycom.html>

<http://deconceptos.com/tecnologia/compresor>

<http://www.proyectosfindecarrera.com/tipos-compresores.htm>

http://www.verkol.es/servicios/compresores/compresores0_1.asp

<http://es.libros.redsauce.net/index.php?folderID=8>

<http://www.plantasquimicas.com/Bombas/b28.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/materias/automatizacion/i.pdf>

<http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20y%20electroneumatica/CA P4.%20Valvulas%20neumaticas.pdf>

<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/0598048001156321794.pdf>

<http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neumatica.htm>

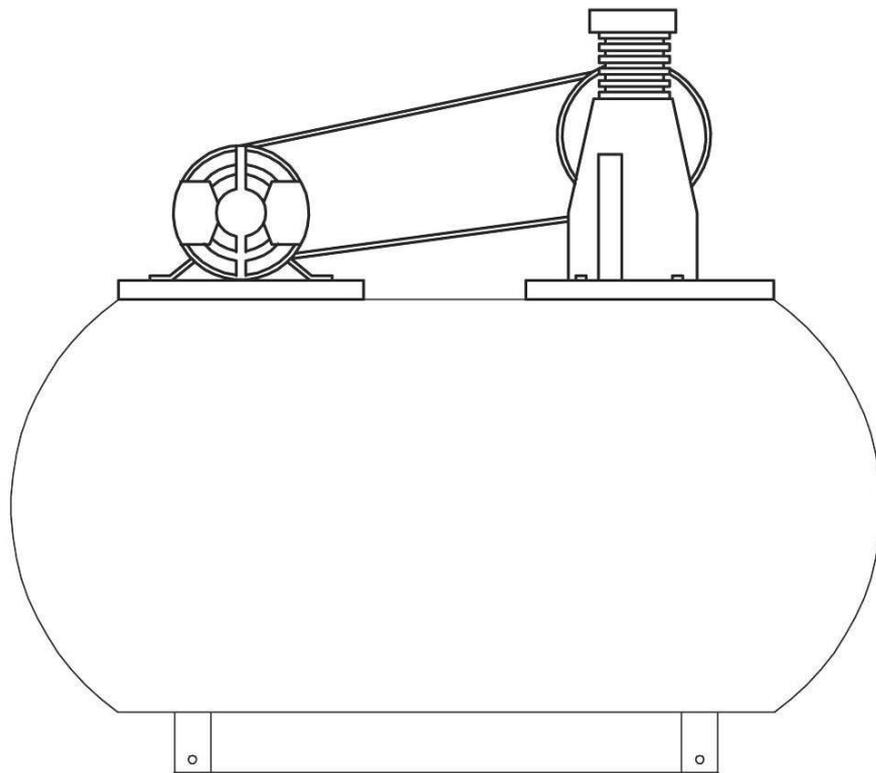
http://www.sitenordeste.com/mecanica/compresor_maquina.htm

http://tecnologiaprojec.blogspot.com/2010_05_01_archive.html

ANEXOS

ANEXO A

DISEÑO DE LOS COMPRESORES SECCIONADOS



TÍTULO: Compresor de pistón

LÁMINA N°: 1

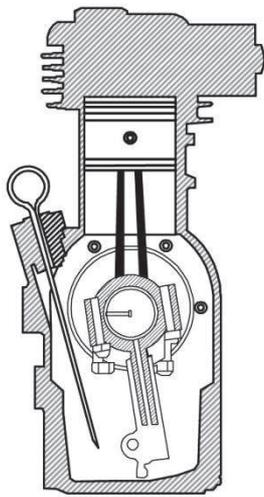
FECHA: 6 de febrero 2012

ELABORADO POR: Efraín Capurro

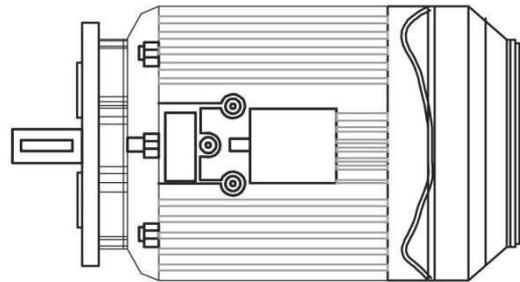
FIRMA:

APROBADO POR: Edison Molina

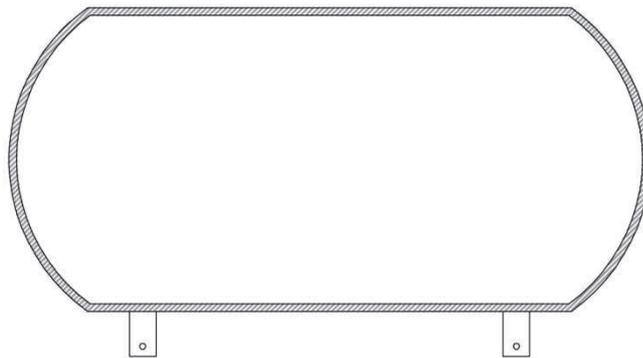
FIRMA:



Cabezote



Motor



Tanque



TÍTULO: Partes del compresor de pistón seccionados

LÁMINA N°: 2

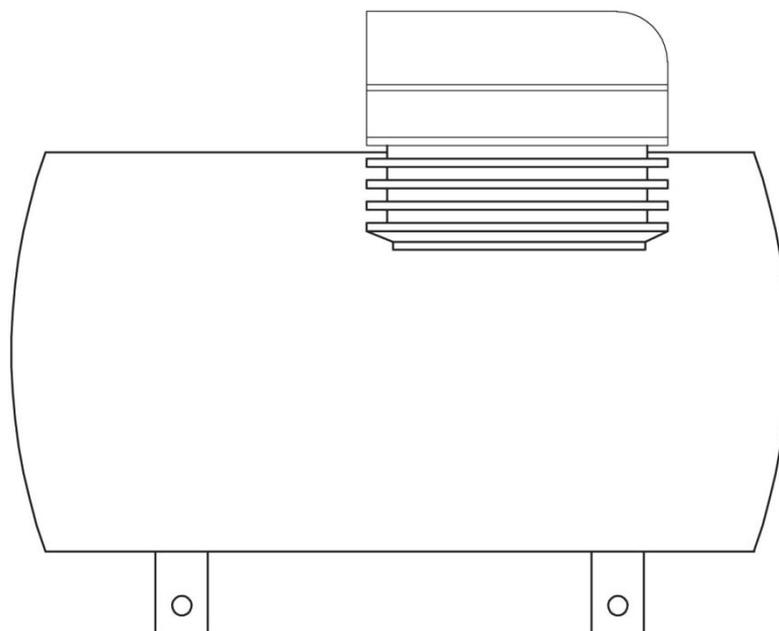
ELABORADO POR: Efraín Capurro

FECHA: 6 de febrero 2012

APROBADO POR: Edison Molina

FIRMA:

FIRMA:



TÍTULO: Compresor de membrana

LÁMINA N°: 3

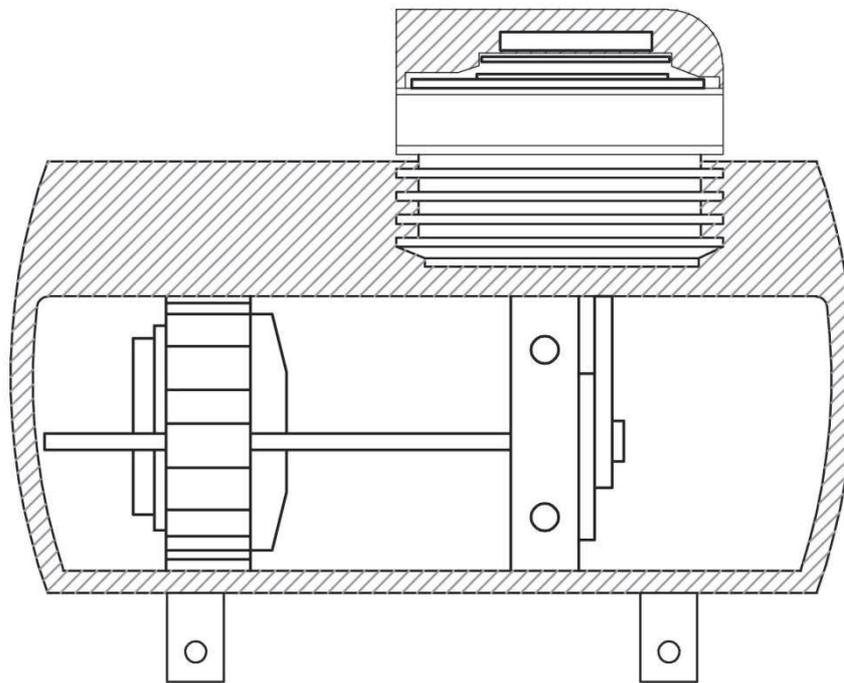
FECHA: 6 de febrero 2012

ELABORADO POR: Efraín Capurro

FIRMA:

APROBADO POR: Edison Molina

FIRMA:



TÍTULO:
Compresor de membrana seccionado

ELABORADO POR: Efraín Capurro

APROBADO POR: Edison Molina

LÁMINA N°: 4

FECHA: 6 de febrero 2012

FIRMA:

FIRMA:



TÍTULO: Maqueta del compresor de pistón y de membrana.

ELABORADO POR: Efraín Capurro

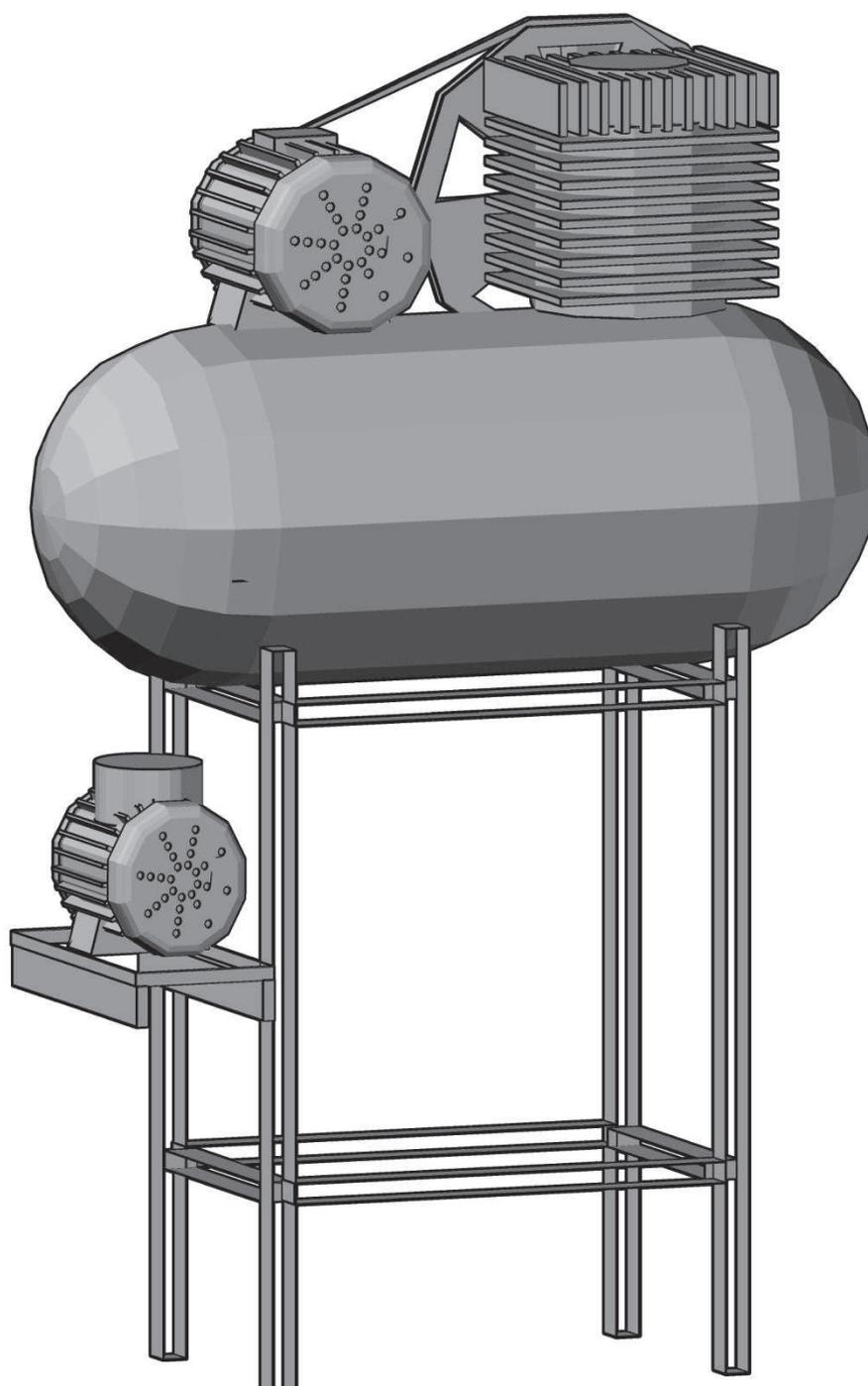
APROBADO POR: Edison Molina

LÁMINA N°: 5

FECHA: 6 de febrero 2012

FIRMA:

FIRMA:



TÍTULO: Maqueta del compresor de pistón y de membrana

ELABORADO POR: Efraín Capurro

APROBADO POR: Edison Molina

LÁMINA N°: 6

FECHA: 6 de febrero 2012

FIRMA:

FIRMA:

