



LICEO INDUSTRIAL A-20
"ELIODORO GARCIA
ZEGERS"
SANTO DOMINGO 1811
Fono: 6984845 - 6968820
SANTIAGO

SECTOR ELECTRICO
SUB-SECTOR ELECTRICIDAD

APUNTE N° 1 CONCEPTOS DE NEUMATICA E HIDRAULICA

Modulo: SISTEMAS NEUMATICOS E HIDRAULICOS

Profesor: José Quintana

Nivel : Cuarto Año ETP

Contenido: - introducción a la neumática e hidráulica
- conceptos básicos de neumática e hidráulica

Area de Competencia: "Montar, instalar y desmontar componentes, dispositivos, máquinas y equipos eléctricos", "Operar y mantener dispositivos, máquinas y equipos eléctricos", "Armar, construir, probar y modificar dispositivos, circuitos y equipos eléctricos" y "Administrar recursos".

Objetivo: manejar conceptos teóricos fundamentales sobre neumática, hidráulica y oleoneumática, conociendo sus características y aplicaciones industriales en la automatización de procesos, relacionado con el aire comprimido y los fluidos. **REALICE UNA LECTURA COMPLETA DEL APUNTE Y RESPONDA EN SU CUADERNO DEL MÓDULO EL CUESTIONARIO DADO.**

Introducción:

Este apunte de clases es un aporte teórico fundamental sobre el significado de neumática e hidráulica (Oleoneumática o Oleohidráulica), de sus características y aplicaciones en un estudio en que se revisan, la historia, sus definiciones, las ventajas, desventajas, propiedades del aire comprimido y de los fluidos líquidos, su volumen, presión y caudal, en las múltiples aplicaciones industriales como una energía no contaminante y sus innovaciones tecnológicas.

La neumática e hidráulica constituye como una **herramienta importante dentro del control automático**, aplicada a la industria, a la robótica y su automatización, enumeramos aquí los conceptos más importantes destinados a operadores de máquinas y técnicos de mantenimiento. La neumática e hidráulica se ocupa para el diseño y mantención de circuitos e instalaciones de aire fluidos (aire y aceite) **en el ámbito de la producción industrial, construcción, aviónica, marítimo, automotriz, minería, etc.**

Desde el punto de vista técnico podemos definir **la automatización** como el conjunto de recursos tecnológicos tendientes a lograr una serie de funciones, operaciones o actos que se realizan en una determinada secuencia con mínima intervención humana.

1. Definición de conceptos:

¿Cuál es el significado de la palabra neumática?

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma", que designa la **respiración, el viento** y, en filosofía, también el **alma**. Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto Neumática que trata los movimientos y procesos del aire.

¿Cuál es el significado de la palabra hidráulica?

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydor" que significa "**agua**". Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los

casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua – aceite.

2. La evolución histórica en la técnica del aire comprimido:

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos. El descubrimiento consciente del aire como medio - materia terrestre - se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo más o menos consciente con dicho medio.

El primero del que sabemos con seguridad es que se ocupó de la neumática, es decir, de la utilización del aire comprimido como elemento de trabajo, fue el **griego KTESIBIOS**. Hace más de dos mil años, construyó una catapulta de aire comprimido. Uno de los primeros libros acerca del empleo del aire comprimido como energía procede del siglo I de nuestra era, y describe mecanismos accionados por medio de aire. Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fué sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aprox. 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de explotación como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido). La irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse más acuciante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo. A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación. En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido y aceites a presión. Este es el motivo de que en las ramas industriales más variadas se utilicen aparatos neumáticos e hidráulicos.

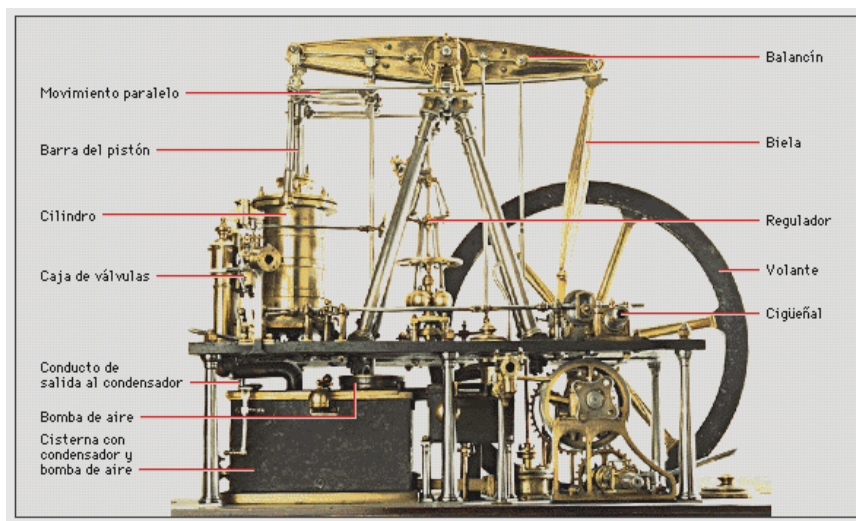
3. Evolución Histórica en técnica del agua a presión y el vapor:

Los antiguos romanos y griegos aprovechaban ya la energía del agua; utilizaban **ruedas hidráulicas** para moler trigo. Sin embargo, la posibilidad de emplear esclavos y animales de carga retrasó su aplicación generalizada hasta el siglo XII. Durante la edad media, las grandes ruedas hidráulicas de madera desarrollaban una potencia máxima de cincuenta caballos (caballo de vapor). La energía hidroeléctrica debe su mayor desarrollo al ingeniero civil británico John Smeaton, que construyó por vez primera grandes ruedas hidráulicas de hierro colado.

La **hidroelectricidad** tuvo mucha importancia durante **la Revolución Industrial**. Impulsó las industrias textil y del cuero y los talleres de construcción de máquinas a principios del siglo XIX. Aunque las máquinas de vapor ya estaban perfeccionadas. La energía hidráulica ayudó al crecimiento de las nuevas ciudades industriales que se crearon en Europa y América hasta la construcción de canales a mediados del siglo XIX, y la minería que proporcionó carbón a bajo precio como fuente energética.

Las **presas y los canales** eran necesarios para la instalación de ruedas hidráulicas sucesivas cuando el desnivel era mayor de cinco metros. La construcción de grandes presas de contención todavía no era posible; el bajo caudal de agua durante el verano y el otoño, unido a las heladas en invierno, obligaron a sustituir las **ruedas hidráulicas** por **máquinas de vapor** en cuanto se pudo disponer de carbón de piedra como fuente de energía calórica, mas tarde se agregaría el petróleo, el gas natural.

La **Máquina de vapor**, dispositivo mecánico que convierte la energía del vapor de agua en energía mecánica y que tiene varias aplicaciones en propulsión y generación de electricidad. El principio básico de la máquina de vapor es la transformación de la energía calorífica del vapor de agua en energía mecánica, haciendo que el vapor se expanda y se enfríe en un cilindro equipado con un pistón móvil. La eficiencia de los motores de vapor es baja por lo general, lo que hace que en la mayoría de las aplicaciones de generación de energía se utilicen turbinas de vapor en lugar de máquinas de vapor.



Partes de una máquina de vapor

El aprovechamiento de la fuerza del vapor supuso un paso muy importante en la tecnología. La introducción de la máquina de vapor llevó a numerosas **invenciones en el transporte y la industria**. Las máquinas de vapor convierten la energía térmica en mecánica, a menudo haciendo que el vapor se expanda en un cilindro con un pistón móvil. El movimiento alternativo del pistón se convierte en giratorio mediante una biela. Los primeros modelos se desarrollaron en 1690, aunque James Watt no diseñó la máquina de vapor moderna hasta 70 años después.

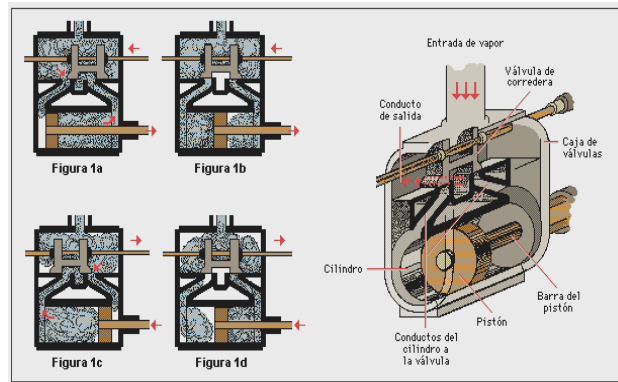
¿Qué sucesos notables que ocurrieron por orden cronológico en la Hidraulica?

- El primer motor de pistón fue desarrollado por el físico e inventor francés Denis Papin y se utilizó para bombear agua era una máquina que aprovechaba el movimiento del aire más que la presión del vapor.
- En 1698 el ingeniero inglés Thomas Savery diseñó una máquina que utilizaba dos cámaras de cobre que se llenaban de forma alternativa con vapor producido en una caldera.

- En 1705 el inventor británico Thomas Newcomen desarrolló la máquina llamada motor atmosférico para ser utilizado con frecuencia en extracción de agua en minas de carbón.
- En 1769 el ingeniero e inventor escocés James Watt desarrolló una serie de ideas que permitieron la fabricación de la máquina de vapor que hoy conocemos donde usó la presión del vapor en lugar de la presión atmosférica para obtener el movimiento. Diseñó también un sistema por el cual los movimientos de vaivén de los pistones movían un volante giratorio. Esto se consiguió al principio con un sistema de engranajes y luego con un cigüeñal, como en los motores modernos. También instaló válvulas de mariposa en sus máquinas para limitar la velocidad, además de reguladores que mantenían de forma automática una velocidad de funcionamiento estable.
- Richard Trevithick, ingeniero mecánico e inventor británico y uno de los pioneros del ferrocarril. En 1796 exhibió modelos de máquinas de vapor de alta presión, que supusieron una mejora sobre las máquinas de baja presión desarrolladas por el inventor escocés James Watt.
- En la Nochebuena de 1801, Trevithick puso en funcionamiento el primer vehículo a vapor que transportó pasajeros.
- En 1804 aplicó por primera vez el vapor en el remolque de cargas en una vía férrea cuando su locomotora a vapor transportó 10 toneladas de hierro unos 15 km desde Merthyr Tydfil hasta Abercynon, País de Gales. Su éxito condujo a la construcción de otras locomotoras de vapor sobre rieles o raíles. Muchos le consideran el inventor de la locomotora a vapor.
- George Stephenson, inventor e ingeniero británico que construyó la primera locomotora ferroviaria utilizable. Los primeros esfuerzos de Stephenson en el diseño de la locomotora se limitaron a la construcción de máquinas para transportar cargas en las minas de carbón, y en 1823 creó una fábrica en Newcastle para su producción.
- En 1829 diseñó una locomotora conocida con el nombre de *Rocket* (el cohete), que transportaba tanto cargamento como pasajeros, el éxito estimuló la construcción posterior de locomotoras y el tendido de vías férreas.
- La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña.
- A principios del siglo XIX el ingeniero e inventor británico Richard Trevithick y el estadounidense Oliver Evans construyeron motores sin condensación con buenos resultados, utilizando vapor a alta presión. Trevithick utilizó este modelo de máquina de vapor para mover la primera locomotora de tren de todos los tiempos. Tanto Trevithick como Evans desarrollaron también carruajes con motor para carretera.
- En 1920 las centrales hidroeléctricas generaban ya una parte importante de la producción total de electricidad.
- Por esta época el ingeniero e inventor británico Arthur Woolf desarrolló las primeras máquinas de vapor compuestas de dos fases. En estas máquinas se utiliza vapor a alta presión en un cilindro y cuando se ha expandido y perdido presión es conducido a otro cilindro donde se expande aún más.

En una máquina de vapor, la válvula de corredera o deslizamiento envía alternativamente el vapor a los dos extremos del cilindro para mover el pistón. A la derecha pueden verse algunos componentes de una máquina de vapor; las figuras 1a - 1d muestran el ciclo de funcionamiento de la máquina.

Máquina de vapor: figuras 1a-1d



¿Qué sucesos notables que ocurrieron por orden cronológico en la neumática?

- Primero fue en 1.500 AC la invención del Fuelle de mano y de pie, y la función que tenía era NO ferrosa.
- Después así el 1688 apareció la Máquina de émbolos por Papín.
- La primera transmisión neumática data de 1700, cuando el físico francés Denis Papin empleó la fuerza de un molino de agua para comprimir aire que después se transportaba por tubos.
- En 1762 se inventó el cilindro soplante de John Smeaton.
- En 1776 aparece el Prototipo del compresor de John Wilkinson.
- En los 1800 el inventor británico George Medhurst obtuvo una patente para impulsar un motor mediante aire comprimido, aunque la primera aplicación práctica del método suele atribuirse al inventor británico George Law en 1857.
- En 1865 diseñó un taladro de roca en el que un pistón movido por aire hacía funcionar un martillo. El uso de este taladro se generalizó, y fue empleado en la perforación del túnel ferroviario del Mont Cenis, en los Alpes, que se inauguró en 1871, y en el túnel de Hossac, en Massachusetts (Estados Unidos), inaugurado en 1875.
- Otro avance significativo fue el freno de aire comprimido para trenes de FFCC, diseñado hacia 1868 y 1869 por el inventor, ingeniero e industrial estadounidense George Westinghouse.
- En 1888 se construyó la Red de distribución en la ciudad de París por Víctor Pop. En ese mismo año se construyó la Distribución neumática de correspondencia en París.

¿Qué es la neumática?

La Neumática es la rama de la técnica que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido. El aire comprimido es aire tomado de la atmósfera y confinado a presión en un espacio reducido. En los sistemas neumáticos, el aire comprimido se produce en un elemento llamado **compresor**, que es una bomba de aire comprimido accionada normalmente por un motor eléctrico. Este aire se almacena en un depósito denominado receptor o estanque de presión. Desde éste, el aire es conducido a través de **válvulas** a los **cilindros**, que son los componentes encargados de realizar el trabajo.

¿Qué es la Hidráulica?

Energía hidráulica, energía que se obtiene del agua propiamente tal y el poder de fuerza como vapor y aceites de distintas viscosidades (llamada también **oleoneumática o oleohidráulica**), en su densidad, caudal y volumen regulado por bombas, reguladores de flujo, válvulas y cilindros. Tiene un uso bastante remoto en el tiempo, su energía se usó en los albores de la humanidad, para obtener trabajos en que la intervención humana podía verse afectada en su seguridad, con esto también se reemplazó el uso de fuerza humana o animal para mover y levantar grandes pesos, disminuyendo los niveles de esfuerzos físicos.

De la fuerza de caída del agua desde cierta altura hasta un nivel inferior, lo que provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas. La hidroelectricidad es un recurso natural disponible en las zonas que presentan suficiente cantidad de agua para generar electricidad (Generación y transporte de electricidad).

Del calentamiento del agua, transformada a vapor por el uso de combustibles como el carbón, el petróleo, el gas natural y la energía atómica por efecto de recursos geográficos de las naciones, aunque el coste de mantenimiento de una central térmica (termoeléctricas), debido al combustible y su contaminación ambiental, sea más caro que el de una central hidroeléctrica. Además, el peso de las consideraciones medioambientales, por los graves daños que ocasiona, centra la atención en esta fuente de energía renovable de menor impacto medio ambiental.

4. Aplicaciones tecnológicas de la Neumática y Oleohidráulica:

En la actualidad las aplicaciones de la oleohidráulica y neumática son muy variadas, esta amplitud en los usos se debe principalmente al diseño y fabricación de elementos de mayor precisión y con materiales de mejor calidad, acompañado además de estudios más acabados de las materias y principios que rigen la hidráulica y neumática. Todo lo anterior se ha visto reflejado en equipos que permiten trabajos cada vez con mayor precisión y con mayores niveles de energía, lo que sin duda ha permitido un creciente desarrollo de la industria en general. Dentro de las aplicaciones se pueden distinguir dos, móviles e industriales:

Aplicaciones Móviles: El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles.

Aplicaciones Industriales: En la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos.

Aplicaciones de la neumática:

Aire comprimido, aire a presión superior a una atmósfera. Puede emplearse para empujar un pistón, como en una perforadora neumática; hacerse pasar por una pequeña turbina de aire para mover un eje, como en los instrumentos odontológicos o expandirse a través de una tobera para producir un chorro de alta velocidad, como en una pistola para pintar. El aire comprimido suministra fuerza a las herramientas llamadas neumáticas, como perforadoras, martillos, remachadoras o

taladros de roca. El aire comprimido también se emplea en las minas de carbón para evitar que se produzcan explosiones por las chispas de las herramientas eléctricas que hacen detonar las bolsas de grisú.

Los motores de aire comprimido se emplean en numerosas herramientas donde se requieren fuerzas intensas de carácter intermitente, como perforadoras neumáticas; en herramientas de mano donde la fuerza de un motor eléctrico podría ser demasiado grande, como por ejemplo las pistolas empleadas en los talleres para apretar o aflojar las tuercas en las ruedas (llantas) de los coches; por último, en pequeños sistemas rotativos de alta velocidad que requieren entre 10.000 y 30.000 revoluciones por minuto. La fuerza neumática también se emplea en numerosas máquinas automáticas para la producción industrial.

Puede conseguirse un movimiento oscilante o rotativo mediante un mecanismo de biela o trinquete, aunque para el movimiento rotativo de alta velocidad resulta más adecuado un motor de palas o similar. El motor actúa como una turbina de aire, haciendo girar el rotor al expandirse éste, y se emplea para taladros y trituradores de alta velocidad y para sirenas de aire comprimido.

Las corrientes de aire comprimido son también útiles para transportar otros materiales y pulverizarlos a través de una tobera atomizadora. Por ejemplo, puede aspirarse pintura y mezclarse con una corriente de aire. El aire pasa a través de un estrechamiento en un tubo, donde aumenta su velocidad a la vez que disminuye su presión (Teorema de Bernoulli); la pintura se aspira en ese punto, se mezcla con el aire, se vuelve a comprimir dinámicamente y se lanza a través de la tobera. Las pulidoras de chorro de arena absorben y pulverizan arena de este mismo modo. Un aerosol también actúa como un pulverizador neumático.

5. Ventajas y desventajas de la Hidráulica y la Neumática:

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

Los sistemas de transmisión de energía oleohidráulicos y neumáticos son una **garantía de seguridad, calidad y fiabilidad** a la vez que reducen costos.

La Seguridad es de vital importancia en la navegación aérea y espacial, en la producción y funcionamiento de vehículos, en la minería y en la fabricación de productos frágiles. Por ejemplo, los sistemas oleohidráulicos y neumáticos se utilizan para asistir la dirección y el frenado de coches, camiones y autobuses. Los sistemas de control oleohidráulico y el tren de aterrizaje son los responsables de la seguridad en el despegue, aterrizaje y vuelo de aviones y naves espaciales. Los rápidos avances realizados por la minería y construcción de túneles son el resultado de la aplicación de modernos sistemas oleohidráulicos y neumáticos.

La Fiabilidad y la Precisión son necesarias en una amplia gama de aplicaciones industriales en las que los usuarios exigen cada vez más una mayor calidad. Los sistemas oleohidráulicos y neumáticos utilizados en la manipulación, sistemas de fijación y robots de soldadura aseguran un rendimiento y una productividad elevados, por ejemplo, en la fabricación de automóviles. En relación con la industria del plástico, la combinación de la oleohidráulica, la neumática y la electrónica hacen posible que la producción esté completamente automatizada, ofreciendo un nivel de calidad constante con un elevado grado de precisión.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras.

La Reducción en el costo es un factor vital a la hora de asegurar la competitividad de un país industrial. La tecnología moderna debe ser rentable y la respuesta se encuentra en los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Entre otros ejemplos, cabe citar el uso generalizado de estos sistemas en la industria de carretillas elevadoras controladas hidráulicamente, las máquinas herramientas de alta tecnología, así como los equipos de fabricación para procesos de producción automatizada, las modernas excavadoras, las máquinas de construcción y obras públicas y la maquinaria agrícola. Con respecto a la manipulación de materiales y para citar unos ejemplos, los sistemas oleohidráulicos permiten que una sola persona pueda trasladar, fácil y rápidamente, grandes cantidades de arena o de carbón.

¿Cuáles son las ventajas del aire comprimido que han contribuido a su popularidad?

- **Abundante:** El aire es de fácil captación y abunda en la tierra. Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- **Almacenable:** Posee elasticidad, puesto que puede ser almacenada en recipientes. No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- **Temperatura:** Los cambios de temperatura no alteran sus prestaciones. El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- **Antideflagrante:** NO posee características explosivas. No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- **Limpio:** La neumática es una fuente de energía tecnológica limpia (desde el punto de vista macroscópico). El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- **Constitución de los elementos:** Simplifica enormemente la mecánica. La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico. Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- **Velocidad:** La velocidad que poseen los actuadores es elevada. Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones.)
- **A prueba de sobrecargas:** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas. El trabajo con aire no daña los componentes de

un circuito por efecto de golpes de ariete. Las sobrecargas NO constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos de forma permanente. Cambios instantáneos de sentido.

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

- **Transporte:** En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables. Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- **Preparación:** El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- **Compresible:** Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- **Fuerza:** Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas. El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- **Escape:** El escape de aire produce altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes se reduce casi completamente la contaminación acústica.
- **Costos:** Su costo de mantenimiento es elevado. El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara en su instalación, pero en el tiempo es un costo que bien vale la pena, pues se repone con la producción; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

Ventajas de la Oleohidráulica

- Permite trabajar con **elevados niveles de fuerza** o momentos de giro
- El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable, se puede mantener en circuitos cerrados
- Velocidad de actuación fácilmente controlable
- Instalaciones compactas
- Protección simple contra sobrecargas
- Cambios rápidos de sentido

Desventajas de la Oleohidráulica

- El fluido o aceite es mas caro, se fabrican en distintas calidades dependiendo del uso o aplicación.
- Perdidas de carga (relativo).
- Falta de personal especializado para la mantención.
- Fluido muy sensible a la contaminación (filtros purificadores).
- Elevado costo de fabricación de aceites e implementos.

6. Rentabilidad de los equipos neumáticos e hidráulicos:

Como consecuencia de la automatización y racionalización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es muchas veces el aire comprimido y los fluidos de aceites.

Ejemplo: Traslado de paquetes, accionamiento de palancas, transporte de piezas etc.

El aire comprimido y la Oleohidráulica es una fuente cara de energía, pero, sin duda, ofrece indudables ventajas. La producción y acumulación del aceite y del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera pensarse que el uso de aparatos neumáticos e hidráulicos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es exacto, pues en el cálculo de la rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total. En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento.

7. Fundamentos físicos de la neumática:

La superficie del globo terrestre está rodeada de una envoltura aérea. Esta es una mezcla indispensable para la vida y tiene la siguiente composición:

Nitrógeno aprox. 78% en volumen

Oxígeno aprox. 21% en volumen

Además contiene trazas, de bióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

Para una mejor comprensión de las leyes y comportamiento del aire se indican en primer lugar las magnitudes físicas y su correspondencia dentro del sistema de medidas. Con el fin de establecer aquí relaciones inequívocas y claramente definidas, los científicos y técnicos de la mayoría de los países están en vísperas de acordar un sistema de medidas que sea válido para todos, denominado "Sistema internacional de medidas", o abreviado "SI".

La presión de aire no siempre es la misma. Cambia según la situación geográfica y el tiempo. La zona desde la línea del cero absoluto hasta la línea de referencia variable se llama esfera de depresión (-Pe) la superior se llama esfera de sobrepresión (+Pe).

La presión absoluta Pabs. Consiste en la suma de las presiones -Pe y +Pe. En la práctica se utilizan manómetros que solamente indican la sobrepresión +Pe. Si se indica la presión Pabs. El valor es unos 100 kPa (1 bar) más alto.

Con la ayuda de las magnitudes básicas definidas pueden explicarse las leyes físicas fundamentales de la aerodinámica.

8. Principios básicos y definiciones que rigen la hidráulica y la neumática:

- **Fuerza:** Es una acción que permite modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.

Unidades:	Sist. Internacional	:	Newton (N)
	Sist. Técnico	:	Kgf
	Sist. Inglés	:	lbf

Equivalencias:	1 N	=	1 Kg * m/s ²
	1 N	=	0,22481 lbf

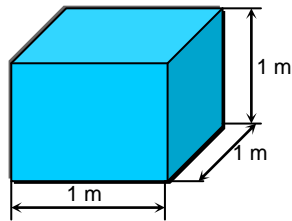
1 N equivale a la fuerza que proporciona un cuerpo de 1 Kg de masa a una aceleración de 1 m/ s²

- **Masa:** Es una de las propiedades intrínsecas de la materia, se dice que esta mide la resistencia de un cuerpo a cambiar su movimiento (desplazamiento o reposo) es decir; su inercia. La masa es independiente al medio que rodea el cuerpo. En palabras muy sencillas se puede expresar como la cantidad de materia que forma un cuerpo.

Unidades:	Sist. Internacional	:	Kilogramo (Kg)
	Sist. Inglés	:	Libra (lb)

Equivalencias:	1 Kg	=	2,2046 lb
----------------	------	---	-----------

- **Volumen:** Se dice de forma simple; que el volumen representa el espacio que ocupa un cuerpo, en un ejemplo se podría simplificar diciendo que un cuerpo de dimensiones 1 metro de alto, 1 metro de ancho y 1 metro de espesor tendrá en consecuencia 1 m³ de volumen.



$$\text{Volumen} = 1$$

Equivalencias:	1m ³	=	35,315 ft
	1 litro	=	10 ⁻³ m ³
	1 galón	=	3,7854 x 10 ⁻³ m ³
	1 litro	=	0,2642 galones

- **Presión:** La presión se define como la distribución de una fuerza en una superficie o área determinada.

$$P = \frac{F}{A}$$

Unidades:	Sist. Internacional	:	N/m² ⇒ Pascal (Pa)
	Sist. Técnico	:	Kg/cm²
	Sist. Inglés	:	lb/pulg² ⇒ PSI

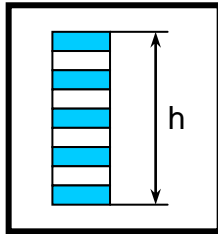
Equivalencias:	1 bar	=	10 ⁵ Pa
	1 bar	=	14,5 lb/pulg ²

$$1 \text{ bar} = 1,02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Presión atmosférica} = 1,013 \text{ bar} = 1,033 \text{ Kg/cm}^2 = 14,7 \text{ PSI} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

- **Presión en líquidos**

Presión Hidrostática: Una columna de líquido, ejerce por su propio peso, una presión sobre la superficie en que actúa. La presión por lo tanto, estará en función de la altura de la columna (h), de la densidad y de la gravedad.

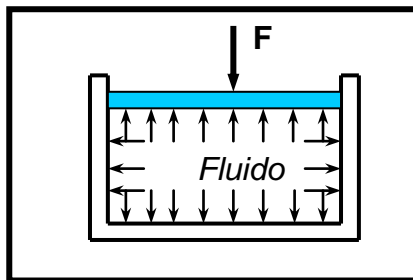


$$P = h * \rho * g$$

Donde:

- P = Presión (Pascal = 1 N/m^2)
- h = Altura (m)
- ρ = Densidad
- g = Gravedad (m/s^2)

Presión por fuerzas externas: Se produce al actuar una fuerza externa sobre un líquido confinado. La presión se distribuye uniformemente en todos los sentidos y es igual en todos lados. Esto ocurre despreciando la presión que genera el propio peso del líquido (hidrostática), que en teoría debe adicionarse en función de la altura, sin embargo se desprecia puesto que los valores de presión con que se trabaja en hidráulica son muy superiores.



$$P = \frac{F}{A}$$

Se distinguen además dos presiones dependiendo de sí se considera o no la presión atmosférica; estas son:

Presión absoluta: Esta es considerando la presión atmosférica

$$P_{\text{ABSOLUTA}} = P_{\text{ATMOSFERICA}} + P_{\text{RELATIVA}}$$

Presión relativa o manométrica: Presión interna de un sistema propiamente tal, es decir, la presión que indica el manómetro del sistema.

Presión de vacío: Se considera como presión de vacío, a aquellas presiones negativas, que son las que se pueden leer en el vacuómetro.

- **Peso específico:** El peso específico de un fluido, corresponde al peso por unidad de volumen. El peso específico está en función de la temperatura y de la presión.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

$$\gamma = \rho * g$$

Donde:

- γ = Peso específico
- W = Peso ($p = m * g$)
- V = Volumen del fluido
- ρ = Densidad

- **Densidad relativa:** Es la relación entre la masa de un cuerpo a la masa de un mismo volumen de agua a la presión atmosférica y a una temperatura de 4°C. Esta relación equivale a la de los pesos específicos del cuerpo en estudio y del agua en iguales condiciones.

$$S = \frac{\rho_s}{\rho_{\text{Agua}}}$$

$$S = \frac{\gamma_s}{\gamma_{\text{Agua}}}$$

[Adimensional]

Ejemplo: $S_{\text{agua}} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$ $S_{\text{agua}} = 1$

Fluido	T°C	Densidad Relativa
Agua dulce	4	1
Agua de mar	4	1,02 – 1,03
Petróleo bruto ligero	15	0,86 – 0,88
Kerosene	15	0,79 – 0,82
Aceite Lubricante	15	0,89 – 0,92
Glicerina	0	1,26
Mercurio	0	13,6

- **Temperatura:** Al tocar un objeto, utilizamos nuestro sentido térmico para atribuirle una propiedad denominada temperatura, que determina si sentimos calor o frío. Observamos también que los cambios de temperatura en los objetos van acompañados por otros cambios físicos que se pueden medir cuantitativamente, por ejemplo: cambio de longitud o de volumen, de presión, de resistencia eléctrica, de color, Etc.

Todos estos cambios de las propiedades físicas, debidos a las temperaturas se usan para medir temperatura.

En la práctica y para temperaturas usuales, se utiliza el cambio de volumen del mercurio en un tubo de vidrio. Se marca 0°C en el punto de fusión del hielo o punto de congelamiento del agua y 100°C en el punto de ebullición del agua a presión atmosférica. La distancia entre estos dos puntos se divide en 100 partes iguales, la escala así definida se llama Escala Centígrada o Escala Celcius.

En la escala Fahrenheit 0°C y 100°C corresponden a 32°F y 212°F respectivamente.

En la escala Kelvin, se empieza desde 0 (cero) absoluto y a 0°C y 100°C le corresponde 273°K y 373°K respectivamente.

- **Viscosidad:** Es la resistencia que opone un fluido al movimiento o a escurrir. Esta propiedad física está relacionada en forma directa con la temperatura. Si la temperatura aumenta, la viscosidad de un fluido líquido disminuye y al revés, si la temperatura disminuye la viscosidad aumenta.

Viscosidad dinámica o absoluta: Entre las moléculas de un fluido se presentan fuerzas que mantienen unido al líquido, denominadas de cohesión. Al desplazarse o moverse las moléculas con respecto a otras, entonces se produce fricción. El coeficiente de fricción interna de un fluido se denomina viscosidad y se designa con la letra griega μ .

Unidades: $\frac{\text{Kg} * \text{s}}{\text{m}^2}$

Viscosidad Cinemática: Corresponde a la relación que existe entre la viscosidad dinámica μ y la densidad ρ .

$$\delta = \frac{\mu}{\rho}$$

Unidades: m^2/s

- **Trabajo:** Se puede definir como la aplicación de una fuerza para causar el movimiento de un cuerpo a través de una distancia o en otras palabras es el efecto de una fuerza sobre un cuerpo que se refleja en el movimiento de éste.

$$\text{Tr} = \text{F} * \text{d}$$

Donde:

Tr = Trabajo
F = Fuerza
d = Distancia

Unidades: Sist. Internacional : **N * m \Rightarrow Joule (J)**
 Sist. Técnico : **Kg * m**
 Sist. Inglés : **lb/pe**

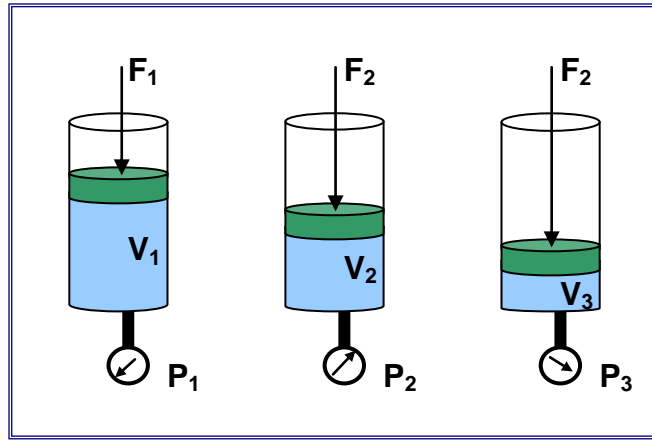
La ley que rige estos fenómenos es la de Boyle-Mariotte:

A temperatura ambiente constante, el volumen de un gas encerrado en un recipiente es inversamente proporcional a la presión absoluta, o sea, el producto de la presión absoluta y el volumen es constante para una cantidad determinada de gas o sea las presiones desarrolladas en una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a los volúmenes ocupados:

$$P_1/P_2 = V_2/V_1$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Proceso a temperatura constante



Ley de Gay Lussac: A presión constante los volúmenes ocupados por una misma masa gaseosa son directamente proporcionales a la temperatura absoluta.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Ley de Charles:

A volumen constante la presión absoluta de una masa de gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta, de esta forma se tiene:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

10. ¿Qué puede hacer la neumática?

- Accionamiento de válvulas para aire, agua o productos químicos.
- Accionamiento de puertas pesadas o calientes de alta temperatura como son los hornos industriales.
- Apisonamiento en la colocación de hormigón.
- Elevación y movimiento en máquinas de moldeo.
- Pulverización y accionamientos en maquinaria agrícola.
- Pintura por pulverización.
- Sujeción y movimientos en maquinaria para la madera.
- Accionamiento de órganos de máquina herramienta mecánicas.

- Sujeción para encolar, pegar o soldar plásticos.
- Sujeción en procesos de soldadura.
- Operaciones de conformado, curvado, razado y alisado.
- Máquinas de soldadura eléctrica por puntos.
- Ribeteado.
- Accionamiento de cuchillas de guillotina.
- Máquinas de embotellado y envasado, inyectoros para plásticos.
- Plantillas de ensayo.
- Transportadores de materiales y componentes, principalmente grúas neumáticas y óleo neumáticas.
- Manipuladores neumáticos, brazos robóticos.
- Calibrado automático o verificación.
- Extracción del aire y elevación por vacío de placas finas.

En los grandes sistemas de automatización industrial de fabricación de productos en serie, la aviónica y la carrera espacial, en brazos robóticas y telecomandos a distancia, en la industria automotriz, en la construcción, en las maquinas náuticas, en la simple apertura y el cierre de las puertas de un autobús o portones automáticos, el movimiento de las atracciones de un parque de juegos y entretenciones temático, en los procesos de etiquetado y embalaje o la herramienta del dentista y los médicos, laboratorios químicos y energía nuclear, son sólo algunos ejemplos de la utilización de estas tecnologías como la neumática y oleoneumática.

11. Sus partes circuitales:

En todo sistema neumático se distinguen 4 elementos:

1. **Elementos generadores de energía:** Comprimen el aire aumentando su presión y reduciendo su volumen, por lo que se les llama compresores. Pueden emplear motores eléctricos o de combustión interna; además llevan un depósito, manómetro y termómetro.
2. **Elementos de tratamiento de aire:** El aire comprimido debe estar exento de humedad, partículas de polvo y además conviene que tenga un cierto contenido de aceite lubricante para de este modo proteger a las válvulas y actuadores por los que circula. Además la presión de trabajo debe estar regulada -es frecuente en procesos industriales emplear unas 6 atmósferas-. La unidad de mantenimiento de aire consta, por tanto de filtro, regulador de presión y lubricador.
3. **Elementos de mando y control:** Conducen de forma adecuada el aire. Son las tuberías y válvulas.
4. **Elementos actuadores:** Transforman la energía de presión del aire en energía mecánica. Pueden ser cilindros de simple y doble efecto, de movimiento alternativo, o motores, de movimiento rotativo.

A similitud de los sistemas neumáticos en los sistemas oleoneumático o hidráulico se distinguen 4 partes:

1. Elemento Generador de fuerza: bomba manual o movida por motor eléctrico y depósito o contenedor de aceite a presión.

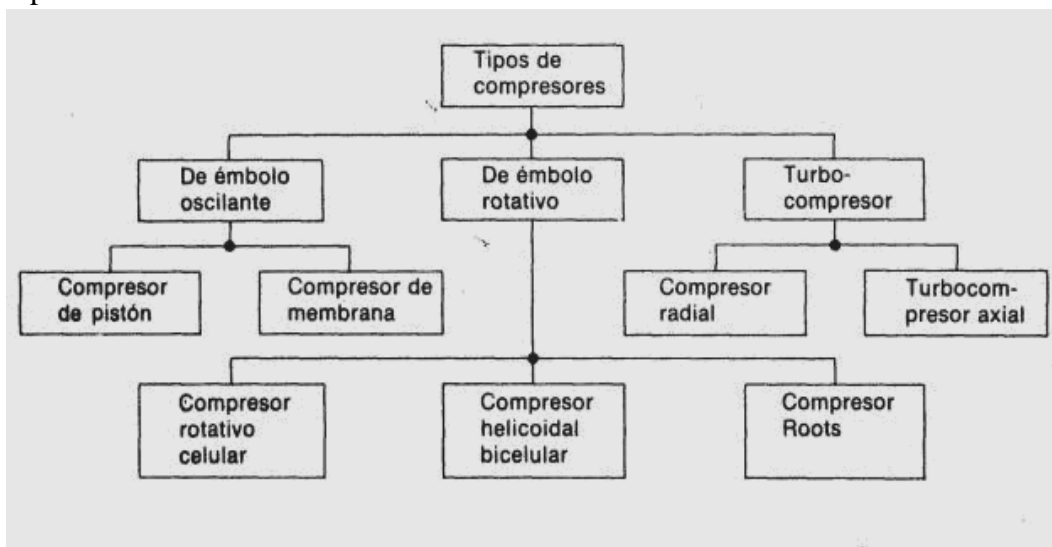
2. Tratamiento o proceso: filtros de depuración y limpieza.

3. Elementos de control y mando: Conducen de forma adecuada el aceite. Son las tuberías y válvulas de distribución, bloqueo y caudal.

4. Elementos actuadores: Transforman la energía de presión del aceite en energía mecánica. Pueden ser cilindros o pistones hidráulicos, de movimiento alternativo, o motores, de movimiento rotativo.

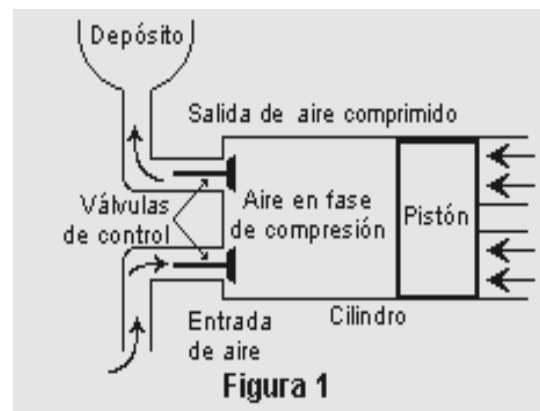
12. Generación de aire comprimido y sus tratamientos:

Compresores: Son máquinas que aspiran aire ambiente a la presión atmosférica y lo comprimen hasta conferirle una presión superior. Son las máquinas generadoras del aire comprimido. Existen varios tipos de compresores, dependiendo la elección de las necesidades y características de su utilización. Compresor de aire, también llamado bomba de aire, máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura.



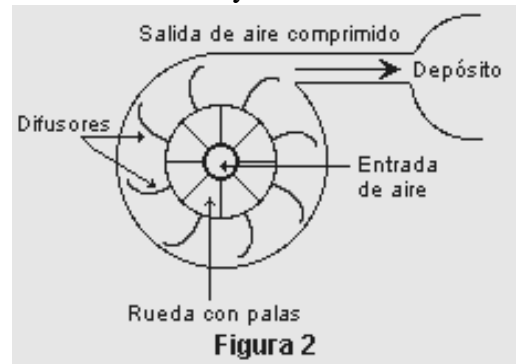
En general hay dos tipos de compresores:

De desplazamiento fijo y de desplazamiento variable (turbo compresores), **alternativos y rotatorios**. Los compresores alternativos o de desplazamiento (ver fig. 1), se utilizan para generar presiones altas mediante un cilindro, un pistón y membrana. Cuando el pistón se mueve hacia la derecha, el aire entra al cilindro por la válvula de admisión; cuando se mueve hacia la



izquierda, el aire se comprime y pasa a un depósito por un conducto muy fino. En los rotativos están a paletas, a tornillos y roots. En los de desplazamiento variable están los radial y axial.

Los rotativos (ver fig. 2), producen presiones medias y bajas. Están compuestos por una rueda con palas que gira en el interior de un recinto circular cerrado. El aire se introduce por el centro de la rueda y es acelerado por la fuerza centrífuga que produce el giro de las palas. La energía del aire en movimiento se transforma en un aumento de presión en el difusor y el aire comprimido pasa al depósito por un conducto fino.



El aire, al comprimirlo y tratarlo, también se calienta. Las moléculas de aire chocan con más frecuencia unas con otras si están más apretadas, y la energía producida por estas colisiones se manifiesta en forma de calor. Para evitar este calentamiento hay que enfriar el aire con agua o aire frío antes de llevarlo al depósito. La producción de aire comprimido a alta presión sigue varias etapas de compresión; en cada cilindro se va comprimiendo más el aire y se enfría entre etapa y etapa.

Continuación se describen los tipos de compresores utilizados con mayor frecuencia:

1. **Compresor alternativo a pistón:** Se logra la compresión mediante el movimiento alternativo de un pistón accionado por un mecanismo biela-manivela las válvulas de administración y escape se abren respectivamente en las carreras de descenso y ascenso del pistón, permitiendo el ingreso a la evacuación del aire puede construirse en más de una etapa de compresión para mejorar rendimiento.

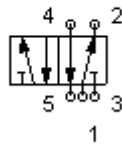
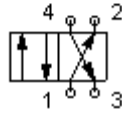
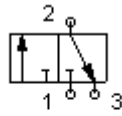
2. **Compresor rotativo a tornillo (helicoidales):** La compresión se efectúa por dos rotores helicoidales en granados (uno macho y uno hembra) contenidos en una carcasa. Durante la rotación los lóbulos del macho se van introduciendo en los huecos de las hembras desplazando el aire axialmente y disminuyendo su volumen. El aire ingresa por un extremo y es evacuado por el otro en sentido axial.

3. **Compresor rotativo a paletas:** Consta de una carcasa cilíndrica en cuyo interior se monta un rotor excéntrico formando una cámara de trabajo de media luna esta carcasa queda dividida en secciones por paletas deslizantes en ranuras radiales del rotor. Cada división va variando su volumen durante el giro yendo desde un máximo en la sección de aspiración hasta un mínimo en el escape.

13. Válvulas de control y caudal:

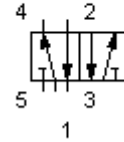
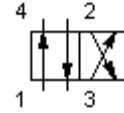
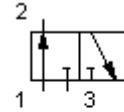
En las válvulas conviene entender la simbología de control y caudal; se las nombra con dos números; por ejemplo válvula 3/2 quiere decir que tiene 3 orificios o vías y 2 posiciones. Se dibujan tantos cuadros como posiciones tiene y en cada uno de ellos se representa mediante flechas el estado o forma de comunicarse dichos orificios.

EN ESTADO DE REPOSO



POSICION "A"

ACCIONADA



POSICION "B"

¿Cuáles son las válvulas de control direccional?

- Válvulas de vías, control y distribución.
- Válvulas reguladoras de caudal.
- Válvulas de presión.
- Válvulas divisoras de flujo y bloqueo.
- Válvulas de cierre.

Características mecánicas:

- Válvulas de asiento.
- Junta elástica.
- Válvulas correderas.
- Válvulas rotativas.
- Válvulas de correderas planas.
- Junta metálica.

¿Cuáles son los accionamientos de las válvulas?

- accionamientos mecánicos.
- accionamientos manuales monoestables y biestables.
- accionamiento eléctrico (electro-magnético).
- accionamiento por muestras de presión.
- accionamiento combinado.

14. Glosario:

NEUMÁTICA f. FÍS. Parte de la física que trata de las propiedades de los gases o del aire, desde el punto de vista de su movimiento.

HIDRAULICA f. FÍS. Ciencia que trata de los problemas relativos al comportamiento de los líquidos, es decir, de los fluidos incompresibles, tanto en estado de reposo (hidrostática) como de movimiento (hidrodinámica).

•• **INDUSTR.** Técnica industrial relativa al tratamiento de líquidos bajo presión, fundamentalmente los aceites.

• **FÍS.** Desde el punto de vista de sus aplicaciones tecnológicas, cabe considerar: **la hidráulica urbana**, que trata del abastecimiento de agua a las ciudades y de la eliminación de residuos líquidos; **la hidráulica agrícola**, que se ocupa del riego de las producciones agrícolas; **la hidráulica energética**, que centra su interés en la utilización de la energía hidráulica para la consecución de energía eléctrica por medio de centrales hidroeléctricas, y **la hidráulica industrial**, aplicada a la construcción de frenos hidráulicos y bombas hidráulicas, principalmente.

VALVULA f. Pieza que, colocada en una abertura de máquinas o instrumentos, sirve para interrumpir alternativa o permanentemente la comunicación entre dos de sus órganos, o entre éstos y el medio exterior, moviéndose a impulsos de fuerzas contrarias.

•• De escape. fig. Motivo o cosa para desahogarse de una tensión o trabajo, o para salir de la monotonía.

• **AERON.** En los globos, orificio de abertura graduable que deja salir parte del gas y permite controlar la velocidad ascensional del ingenio.

•• **ANAT.** Pliegue en un vaso o conducto, que impide el reflujo de los líquidos.

•• **TECNOL.** De seguridad. La que se coloca en las calderas de las máquinas de vapor para que éste escape automáticamente cuando su presión sea excesiva.

• **TECNOL.** **Existen numerosos tipos de válvulas. Su clasificación puede hacerse según su forma de gobierno (a mano, neumáticas, hidráulicas, eléctricas, automáticas, semiautomáticas), su constitución (de compuerta, de bola o esféricas, rotativas, de mariposa, de disco o platillo) o su función (de seguridad, de retención, reguladoras de caudal, reductoras de presión, de admisión y escape, de paso).**

BOMBA f. Máquina empleada para transportar, comprimir, aspirar o elevar líquidos o gases, o para impulsarlos en una dirección determinada.

•• En los molinos de aceite, tinaja que recoge el agua y sirve para separar de ésta el aceite

INDUSTR. AUTOM. De aceite. Bomba que suministra el aceite necesario para la lubricación de un motor de explosión, accionada generalmente por el mismo motor mediante un árbol de levas.

•• De agua. La que, en un automóvil, fuerza la circulación del agua de refrigeración entre el bloque motor y el radiador.

•• De gasolina. Bomba accionada por el árbol de levas, que aspira la gasolina del depósito y la hace llegar al carburador de un motor de explosión.

•• **MAR.** De achique. La que se emplea para achicar el agua que penetra en las bodegas de un buque en casos de avería o cuando se perfora el casco.

•• **MED.** Aparato para extraer o inyectar líquidos o gases.

•• **TECNOL.** Neumática, o de vacío. Bomba alternativa utilizada para reducir la presión en el interior de un recipiente. Funcionan por compresión y por absorción.

• **TECNOL.** Las bombas utilizadas para impulsar gases se denominan más propiamente compresores, y se llaman bombas hidráulicas las dedicadas al trasiego de líquidos de cualquier naturaleza. Las bombas aspirantes elevan el líquido desde un nivel inferior, y las impelentes lo impulsan hacia un nivel superior. Las bombas se fundamentan en distintos principios. Entre las que emplean un sistema rotativo destacan las centrífugas, constituidas por un rotor de paletas por cuyo eje penetra el líquido, que es impulsado por las paletas debido a la fuerza centrífuga, y las

helicoidales, formadas por palas semejantes a hélices introducidas en un cilindro al que llega el líquido, el cual es impulsado en dirección axial, sin desviación.

Comprimir tr. Apretar, estrechar, reducir a menor volumen. Ú.t.c.pnrl.

•• Reprimir, contener, moderar. Ú.t.c.pnrl.

Aspirar tr. Atraer el aire.

•• Succionar.

Electrobomba f. INGEN. Bomba hidráulica rotativa accionada por un motor eléctrico.

Electroválvula f. ELECTROTECN. Válvula utilizada para controlar el caudal de un fluido, cuya abertura y cierre se lleva a cabo mediante un electroimán.

Electroimán m. ELECTROMAGNET. Dispositivo eléctrico que, cuando es excitado por una corriente, es capaz de generar un campo magnético idéntico al que producen los imanes permanentes.

•• TECNOL. Portante. Electroimán de gran tamaño que se utiliza en el extremo de una grúa para la elevación y transporte de materiales ferromagnéticos.

Electromagnetismo m. Parte de la física que estudia las acciones mutuas entre los fenómenos eléctricos y los magnéticos.

• **ELECTROMAGNET.** Conocidos desde antiguo tanto los fenómenos magnéticos como los eléctricos, no fue hasta fines del s. XVIII cuando se inició el estudio científico de la relación existente entre ambos. La notable semejanza formal entre las dos leyes de Coulomb que establecen la fuerza que se ejerce entre dos masas eléctricas (primera ley) o magnéticas (segunda ley) ya puso de manifiesto el notable paralelismo entre los dos campos, el eléctrico y el magnético. A partir de los experimentos de Oersted, que demostraban que las corrientes eléctricas crean campos magnéticos, Ampère dedujo que la fuerza magnética era debida a la existencia de pequeñas corrientes eléctricas en el interior de los imanes (principio de equivalencia). Posteriormente, Faraday descubrió el fenómeno de inducción magnética, consistente en la creación de una fuerza electromotriz en un circuito eléctrico cuando se produce una variación en el flujo magnético que lo atraviesa. En 1860, Maxwell desarrolló la teoría electromagnética, en la que incluyó un conjunto de ecuaciones que permitía hacer la valoración cuantitativa de todos los fenómenos electromagnéticos. Se denomina ondas electromagnéticas a la perturbación del espacio consistente en la transmisión de un campo eléctrico y un campo magnético. El hecho de que las ondas electromagnéticas se propaguen en el vacío a velocidad finita llevó a Maxwell a postular que la naturaleza de la luz consistía precisamente en ondas electromagnéticas de determinada longitud de onda. Finalmente, cabe señalar la importancia primordial que tuvieron los fenómenos electromagnéticos en el desarrollo de teorías fundamentales para la física moderna, como la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad.

Electroimán está constituido por un núcleo de hierro dulce o de acero, que se imanta cuando circula una corriente eléctrica por una bobina o devanado de alambre conductor que lo rodea total o parcialmente. El núcleo puede adoptar diversas formas, según su uso, y su función es la de concentrar las líneas de fuerza del campo magnético que crea la corriente eléctrica, de modo que, cuando ésta se interrumpe, cesa la acción del electroimán.

15. Cuestionario:

1. ¿Porqué es importante la neumática y la Oleohidráulica en los sistemas de control automáticos industriales? Resuma en tres aspectos destacados.
2. ¿Cómo definiría la Oleohidráulica?
3. ¿Cuál fue el primer invento en neumática en el mundo?, explique brevemente.
4. ¿Qué significa pneumática según los griegos?
5. ¿Cuál es el significado de la palabra hidráulica?
6. ¿La hidráulica y la neumática es el estudio de los fluidos? Porqué, justifique su respuesta.
7. ¿La hidráulica y la neumática se aplican a la industria, en que sectores de trabajo?
8. Según su opinión: ¿porqué los sistemas de vapor no tuvieron mucho éxito y permanencia en el tiempo?
9. Según la cronología de la neumática y la hidráulica en que año o tiempo se produjo este avance tecnológico y porqué?
10. Haga una comparación de los elementos usados en aire comprimido, vapor, agua, aceite, en lo referido a circuito y dispositivos.
11. ¿Cómo se aplica la neumática y la hidráulica a la solución de problemas de automatización?, realice un resumen de 10 líneas.
12. ¿Cómo podemos entender la reducción de costos en estos sistemas, si son muy caros?
13. ¿Cuál es la composición del aire?
14. ¿Cómo se puede explicar la viscosidad en los aceites y porqué es importante?
15. ¿El aire es acumulable en contenedores? porqué, explique.
16. Nombrar 10 aplicaciones directas de la neumática.
17. Nombrar 10 aplicaciones directas de la hidráulica.
18. Nombrar 10 aplicaciones directas de la Oleohidráulica.
19. Definir elementos generadores y bombas.
20. ¿Qué es un compresor?
21. Explique el uso de los cuadros en la simbología de las válvulas.
22. ¿Qué significa que un líquido sea incompresible?
23. ¿Qué conceptos del apunte en general le gustaría que pudiese ser definido en el glosario y que no están contemplados?
24. ¿Cuál es su opinión técnica del tema tratado en este apunte?
25. Califique el trabajo con una nota de 1 a 7 e indique su opinión justificando con un juicio evaluativo.

16. Bibliografía:

- Libro de Neumática de la FESTO.
- Libro de Neumática de INACAP.
- Manual de Hidráulica y Neumática de INACAP.
- Apuntes generales, Profesor de Electricidad y Electrónica, Sr. José Quintana M.
- Manual Festo FluiSIM 3.6.
- Diccionario Español.
- Diccionario Técnico de Mecánica Industrial.