

EEST Nº 1 - SISTEMAS TECNOLÓGICOS – 3er año

Profesores: Julián Salazar, Ariel Bonfils, Fernando Legarreta.

Actividad nº 11:

SISTEMAS HIDRÁULICOS

Concepto de hidráulica:

La hidráulica es la ciencia que forma parte la física y comprende la transmisión y regulación de fuerzas y movimientos por medio de los líquidos. Cuando se escuche la palabra "hidráulica" hay que remarcar el concepto de que es la transformación de la energía, ya sea de mecánica ó eléctrica en hidráulica para obtener un beneficio en términos de energía mecánica al finalizar el proceso. La ventaja que implica la utilización de la energía hidráulica es la posibilidad de transmitir grandes fuerzas, empleando para ello pequeños elementos y la facilidad de poder realizar maniobras de mandos y reglaje. A pesar de estas ventajas hay también ciertos inconvenientes debido al fluido empleado como medio para la transmisión. Esto debido a las grandes presiones que se manejan en el sistema las cuales posibilitan el peligro de accidentes, por esto es preciso cuidar que los empalmes se encuentren perfectamente apretados y estancos.

Un **sistema hidráulico** utiliza un fluido bajo presión para accionar maquinaria o mover componentes mecánicos. Los sistemas hidráulicos se utilizan en todo tipo de entornos industriales grandes y pequeños, así como en edificios, equipos de construcción y vehículos. Las fábricas de papel, la tala de árboles, la fabricación, la robótica y el procesamiento del acero son los principales usuarios de equipos hidráulicos.

El **movimiento controlado de piezas** o la **aplicación controlada de fuerza** es un requisito común en las industrias. Estas operaciones se realizan principalmente utilizando máquinas eléctricas o motores diesel, gasolina y vapor. Este tipo de motores pueden proporcionar varios movimientos a los objetos mediante el uso de algunos accesorios mecánicos como martinets, palancas, cremalleras, piñones, etc.

Los **fluidos encerrados** (líquidos y gases) también se pueden utilizar como motores principales para proporcionar movimiento y fuerza controlada a los objetos o sustancias. Los sistemas de fluidos especialmente diseñados pueden proporcionar movimientos tanto lineales como rotativos.

Este tipo de **sistemas cerrados basados en fluidos** que utilizan **líquidos incompresibles presurizados** como medios de transmisión se denominan sistemas hidráulicos. El sistema hidráulico funciona según el principio de la ley de Pascal que dice que la presión en un fluido encerrado es uniforme en todas las direcciones.

¿Qué es la presión hidráulica?

Consideraciones previas.

La rama de la física que estudia los fluidos, recibe el nombre de **mecánica de los fluidos**, la cual a su vez tiene dos vertientes: **hidrostática**, que orienta su atención a los fluidos en reposo; e **hidrodinámica**, la cual envuelve los fluidos en movimiento.

La **presión hidráulica** se basa en el **Principio de Pascal**, establecido por el matemático francés **Blaise Pascal** en 1647-1648. El Principio de Pascal es un principio de la mecánica de fluidos que establece que la presión en un punto tiene una dirección infinita, y por lo tanto la presión cambiada en cualquier punto en un líquido incompresible presurizado se transmite a través del fluido, de tal forma que el mismo cambio ocurre en todas partes.

El principio, cuando se escribe matemáticamente, es el siguiente: $\Delta P = \rho g \times (\Delta h)$

ΔP es la **presión hidrostática** o, más simplemente, la diferencia de presión de dos puntos dentro de una columna de fluido. A la unidad para la presión se le denomina en el Sistema internacional, Pascales. Aquí, ρ es la densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico. El término g en la ecuación anterior significa la aceleración debida a la gravedad (medida en metros por segundo al cuadrado). Δh es la altura del fluido por encima del punto de medición en la columna de fluido, que se mide en metros.

La ecuación anterior puede entenderse muy bien de manera intuitiva. El cambio en la presión ocurre debido al cambio en la **energía potencial del líquido** por unidad de volumen del líquido, que a su vez es causada por la aceleración debida a la gravedad.

Magnitudes y unidades.

Para poder analizar y entender la hidráulica es necesario conocer las magnitudes y unidades que la representan. Existen diferentes unidades, pero a fin de tener conceptos claros utilizaremos el SI (Sistema Internacional de Medidas o Unidades). En principio utilizaremos las siguientes magnitudes y unidades de dicho sistema para la descripción de la hidráulica;

- Longitud en metros (m)
- Masa en kilogramos (K)
- Fuerza en Newton (N)
- Tiempo en segundos (s)
- Temperatura en grados Celsius (°C)

De ellas pueden obtenerse las demás magnitudes físicas importantes para el estudio y cálculo de la hidráulica y sus componentes, como son la presión, fuerza, superficie, caudal, volumen y velocidad.

Presión: Se entiende por presión a la fuerza que se ejerce en una determinada superficie. Por lo tanto esta es la fórmula que la representa

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

Donde:

- P = Presión
- F = Fuerza
- S = Superficie

Según el SI de medidas tendremos entonces que las unidades serán: 1 Pa = 1N/1m² Es decir, la unidad de presión es el Pascal (Pa); y es la presión que ejerce una fuerza de 1 Newton sobre 1 m². Teniendo en cuenta que 1 Newton = 102 gramos, podemos deducir que la presión ejercida por 102 gramos sobre una superficie de 1 m² es muy pequeña. Para darnos cuenta es la presión que ejerce una hoja de papel sobre la superficie en la que se apoya. Como esta presión es pequeñísima, igual que en neumática se suele emplear un múltiplo suyo que es el bar o su equivalente el kg/cm². En el siguiente desarrollo vemos la equivalencia entre unidades.

$$1\text{bar} = \frac{1\text{kg}}{1\text{cm}^2} = \frac{10.000\text{kg}}{10.000\text{cm}^2} = \frac{10.000\text{kg}}{1\text{m}^2} = \frac{100.000\text{N}}{1\text{m}^2} = 100.000\text{Pa} = 100\text{KPa}$$

Por lo tanto 1 bar = 1 Kg/cm² = 100.000 Pa = 100 KPa.

Caudal: Se denomina caudal al volumen de líquido que pasa por un punto en un determinado tiempo y se representa con la siguiente fórmula

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

- Q = Caudal
- V = Volumen
- T = tiempo

¿Qué es un fluido hidráulico?

El **fluido hidráulico** es el medio a través del cual **un sistema hidráulico transmite su energía** y, teóricamente, se puede utilizar prácticamente cualquier fluido. Sin embargo, debido a la presión de operación (3000 a 5000 psi) que la

mayoría de los sistemas hidráulicos generan en combinación con las condiciones ambientales y los estrictos criterios de seguridad bajo los cuales debe operar el sistema. Las principales funciones de los fluidos hidráulicos son:

- **Transmitir potencia:** Puesto que un fluido prácticamente es incompresible, un sistema hidráulico lleno de fluido puede producir potencia hidráulica instantánea de un área a otra. Sin embargo, esto no significa que todos los fluidos hidráulicos sean iguales y transmitan potencia con la misma eficiencia. Para escoger el fluido hidráulico correcto, se deben tener en cuenta el tipo de aplicación y las condiciones de operación en las que funcionará el sistema hidráulico.
- **Lubricar:** El fluido hidráulico actúa como lubricante para las bombas, actuadores y motores del sistema. El fluido debe tener propiedades anticorrosivas y ser térmicamente estable.
- **Sellar:** Algunos componentes hidráulicos están diseñados para usar fluidos hidráulicos en lugar de sellos mecánicos entre los componentes. La propiedad del fluido de tener acción sellante depende de su viscosidad.
- **Refrigerar:** El fluido hidráulico actúa como refrigerante del sistema. El fluido debe ser capaz de absorber y liberar calor fácilmente.

Viscosidad:

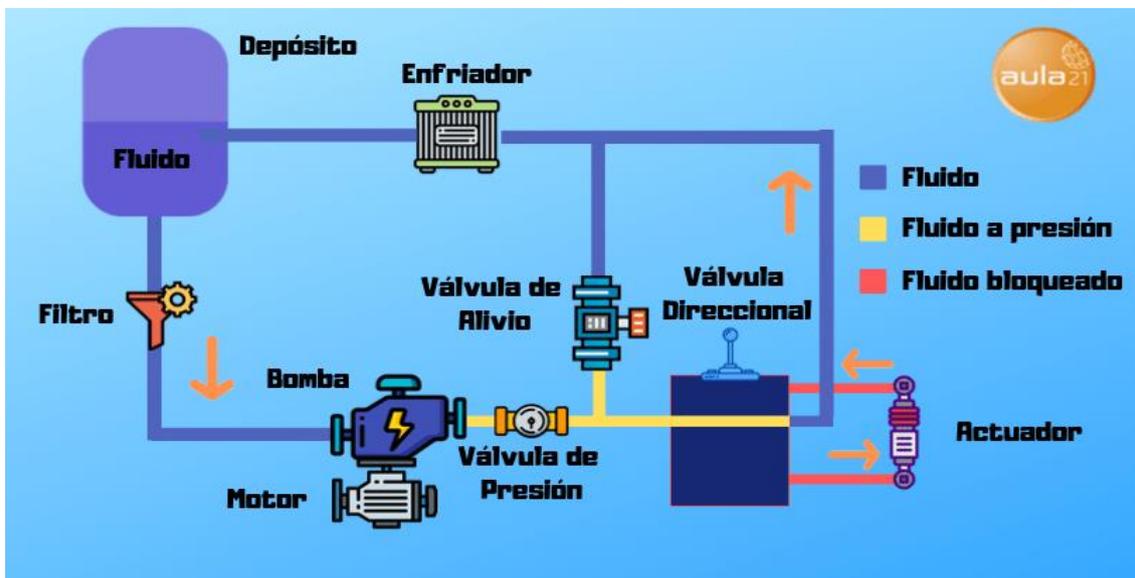
La viscosidad es la medida de la resistencia de un fluido para fluir a una temperatura determinada. Un fluido que fluye fácilmente tiene una viscosidad baja. Un fluido que no fluye fácilmente tiene una viscosidad alta. La viscosidad de un fluido depende de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad del fluido disminuye. Cuando la temperatura disminuye, la viscosidad del fluido aumenta. El aceite vegetal es un buen ejemplo para mostrar el efecto de la viscosidad con los cambios de temperatura. Cuando el aceite vegetal está frío, se espesa y tiende a solidificarse. Si calentamos el aceite vegetal, se vuelve muy delgado y tiende a fluir fácilmente.

Los sistemas hidráulicos deben funcionar eficientemente en un amplio espectro de temperaturas. El fluido utilizado debe fluir fácilmente a temperaturas muy bajas, pero también debe mantener una viscosidad adecuada a altas temperaturas. El aceite hidráulico ideal tendrá un punto de congelación muy bajo y un punto de ebullición muy alto.

Alto punto de inflamación.

En el caso de una fuga hidráulica, no debe producirse la ignición del fluido a las temperaturas normales de funcionamiento de los componentes circundantes. Se han desarrollado fluidos hidráulicos especiales con propiedades resistentes al fuego (ignífugos). La temperatura de auto-ignición de la mayoría de los fluidos hidráulicos está en el rango de 475 grados centígrados.

Elementos de un sistema hidráulico



SIMBOLOGÍA DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO

Bomba de caudal constante	Bomba de caudal regulable	Motor de caudal constante	Motor de caudal variable	eje rotativo con sentido de giro indicado	Eje rotativo con dos sentidos de giro
Línea de presión	Línea de pilotaje	Purga de aire	Enclavamiento	Acoplamiento directo	Acoplamiento con válvula antirretorno
Depósito a presión	Depósito con carga	Válvula de aislamiento 2 vías	Purga de aire sin conexión	Purga de aire con conexión roscada	Conducto cerrado por antirretorno
Acumulador hidráulico	Válvula de aislamiento 3 vías	Manómetro	Caudalímetro	Contador	Termómetro
Motor oscilante	Calentador	Refrigerador	refrigerador con fluido refrigerante	Filtro	Filtro con purga
Limitador de presión	Válvula de escape rápido	Reductor de presión	Reductor de presión regulable	Válvula de seguridad	Válvula limitadora de presión
Cilindro de simple efecto	Cilindro de doble efecto	Cilindro D.E. amortiguado	Cilindro D.E. amortiguación variable	Cilindro S.E. Telescópico	Motor térmico
Accionamiento mecánico	Accionamiento por roldana	Accionamiento por resorte	Accionamiento por electroimán	Accionamiento por presión	Accionamiento por depresión
Accionamiento manual	Accionamiento por pulsador	Accionamiento por palanca	Accionamiento por pedal	Accionamiento por electroimán y presión	Accionamiento por motor monofásico

Los principales elementos que componen un sistema hidráulico son:

- 1) **Depósito:** El propósito del **depósito hidráulico** es retener un volumen de fluido, transferir calor del sistema, permitir que los contaminantes sólidos se asienten y facilitar la liberación de aire y humedad del fluido.

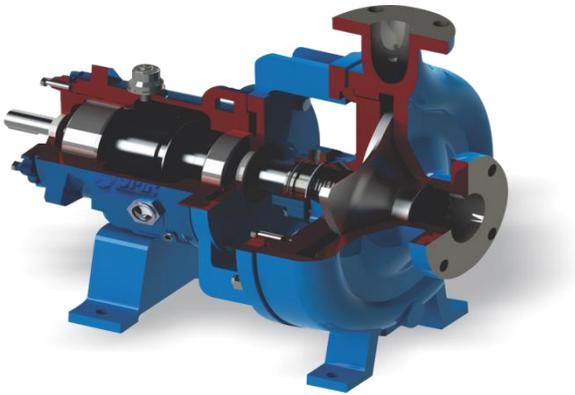


2) Bombas

La **bomba hidráulica** transmite energía mecánica a la energía hidráulica. Esto se hace por el movimiento del fluido que es el medio de transmisión. La energía mecánica se convierte en energía hidráulica mediante el caudal y la presión de una bomba hidráulica. Las bombas hidráulicas funcionan creando un vacío en la entrada de la bomba, forzando el líquido de un depósito a una línea de entrada y a la bomba. La acción mecánica envía el líquido a la salida de la bomba y, al hacerlo, lo introduce en el sistema hidráulico.

Hay varios tipos de bombas hidráulicas incluyendo engranajes, paletas y pistones. Todas estas bombas tienen diferentes subtipos destinados a aplicaciones específicas, como una bomba de pistón de eje curvo o una bomba de paletas de caudal variable. Todas las bombas hidráulicas funcionan según el mismo principio, que consiste en desplazar el volumen de fluido contra una carga o presión resistente. Pero hay dos tipos que destacan y son las más utilizadas que se describen a continuación:

- **Bombas centrífugas:** La bomba centrífuga utiliza energía cinética rotacional para entregar el fluido. La energía de rotación proviene normalmente de un motor o de un motor eléctrico.



- **Bombas de pistón:** La bomba de pistón es una bomba de émbolo positivo. También se conoce como bomba de desplazamiento positivo o bomba de pistón. Se utiliza a menudo cuando se trata de cantidades relativamente pequeñas y la presión de entrega es bastante grande. La construcción de estas bombas es similar a la del motor de cuatro tiempos.



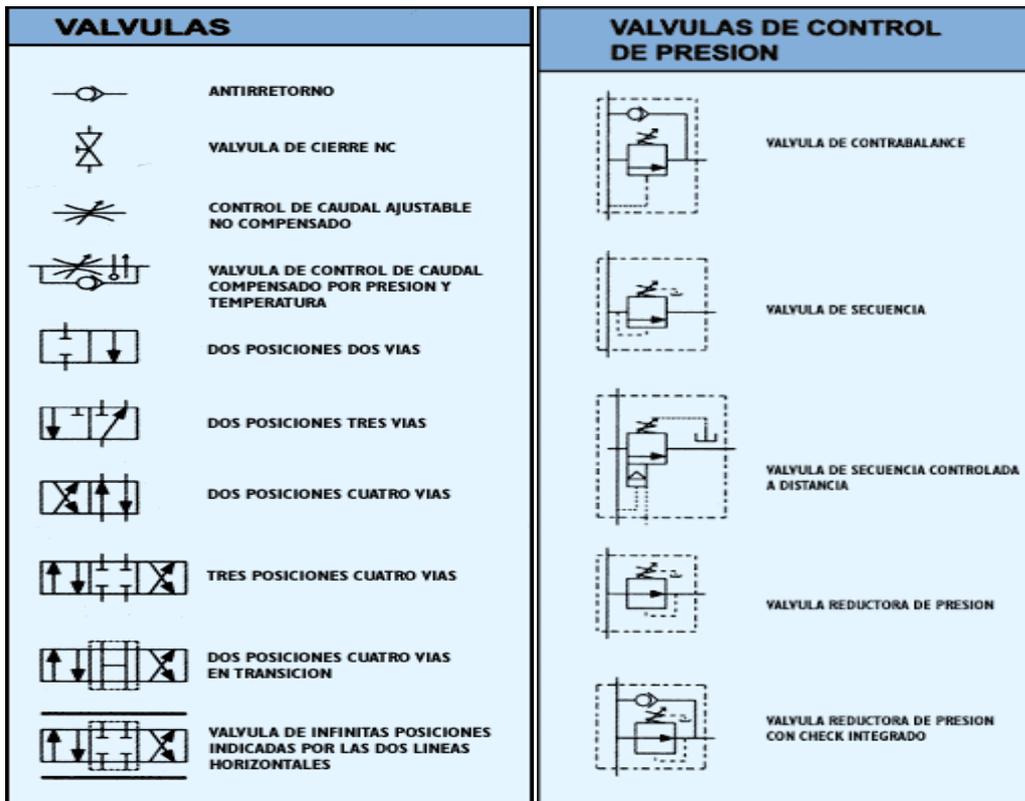
3) Válvulas

Las **válvulas hidráulicas** se utilizan en un sistema para arrancar, detener y dirigir el flujo de fluido. Las válvulas hidráulicas están compuestas de paletas o carretes y pueden ser accionadas por medios neumáticos, hidráulicos, eléctricos, manuales o mecánicos.



- **Válvulas distribuidoras (direccionales):** Su función es dirigir el flujo por el circuito según nos convenga. Alimentan a los actuadores y a otras válvulas.
- **Válvulas de cierre (anti - retorno):** Impiden el paso de fluido en un sentido, permitiendo la libre circulación en el sentido contrario.
- **Válvulas de flujo (caudal):** Permiten modificar la velocidad de un actuador.
- **Válvulas de presión:** Limitan la presión de trabajo en el circuito, actuando como elemento de seguridad. A su vez se pueden clasificar en:
 - Válvulas limitadoras, cuando se supera un determinado valor de presión descargan el circuito.
 - Válvulas reductoras, limitan o reducen la presión. En ocasiones un determinado componente del circuito necesita, para su correcto funcionamiento una presión inferior a la del fluido, en esta situación se utilizaría una válvula reductora.
- **Válvulas secuenciadoras:** En ocasiones dentro de un circuito interesa que dos cilindros que se alimentan simultáneamente, deseamos que uno actúe antes que el otro, en esta situación con el uso de una válvula secuenciadora se conseguiría producir un desfase entre los cilindros.
- **Válvulas de frenado (amortiguación):** Son utilizadas para el retorno de los motores hidráulicos, ya que evitan excesos de velocidad cuando el motor recibe una sobrecarga, así mismo evitan que se produzcan sobrepresiones cuando se desacelera o se detiene la carga.

SIMBOLOGÍA DE LA PRINCIPALES VÁLVULAS HIDRÁULICAS:



4) Actuadores

Los **actuadores hidráulicos** son el resultado final de la ley de Pascal. Aquí es donde la **energía hidráulica** se convierte de nuevo en energía mecánica. Esto puede hacerse mediante el uso de un **cilindro hidráulico** que convierte la energía hidráulica en movimiento y trabajo lineal, o un **motor hidráulico** que convierte la energía hidráulica en movimiento y trabajo rotativo. Al igual que las bombas hidráulicas, los cilindros hidráulicos y los motores hidráulicos tienen varios subtipos diferentes, cada uno de los cuales está diseñado para aplicaciones de diseño específicas.

5) Cilindros hidráulicos

Un **cilindro hidráulico** es un mecanismo que convierte la energía almacenada en el fluido hidráulico en una fuerza utilizada para mover el cilindro en una dirección lineal. También tiene muchas aplicaciones y puede ser de simple o doble efecto. Como parte del sistema hidráulico completo, los cilindros inician la presión del fluido, cuyo caudal es regulado por un motor hidráulico.



6) Motores hidráulicos

La conversión de la presión y el flujo hidráulico en par (o fuerza de torsión) y luego en rotación es la función de un **motor hidráulico**, que es un actuador mecánico.

El uso de estos es bastante adaptable. Junto con los cilindros hidráulicos y las bombas hidráulicas, los motores hidráulicos pueden unirse en un sistema de accionamiento hidráulico. Combinados con bombas hidráulicas, los motores hidráulicos pueden crear **transmisiones hidráulicas**. Mientras que algunos motores hidráulicos funcionan con agua, la mayoría hoy en día son impulsados por fluidos hidráulicos.



¿Cómo funciona un sistema hidráulico?

Ahora que ya conocemos que la **presión hidráulica** se basa en el **principio de Pascal**, podemos conocer la construcción y funcionamiento del sistema hidráulico. El sistema consta de dos cilindros que se llenan con un fluido. El fluido presente en el interior de los dos cilindros suele ser aceite. El fluido se llena en el cilindro más pequeño, también conocido como cilindro esclavo.

Se inserta un pistón en el **cilindro esclavo** y se aplica presión. La presión aplicada hace que el fluido se mueva a través de una tubería hacia un cilindro más grande. El cilindro más grande se conoce como **cilindro maestro**. La presión ejercida sobre el cilindro maestro y el pistón del cilindro maestro empuja el fluido de vuelta al cilindro esclavo. La fuerza aplicada sobre el fluido por el cilindro esclavo resulta en una gran fuerza, la cual es experimentada por el cilindro maestro. Una **prensa hidráulica industrial** viene con lo que se conoce como **placas de prensado**. Con la ayuda de estas placas de prensado, el material sobre el que se va a trabajar se perfora o se tritura en hojas.

Al transportar líquido a través de un conjunto de componentes interconectados, un circuito hidráulico es un sistema que puede controlar por donde fluye el fluido (como los sistemas termodinámicos), así como controlar la presión del fluido (como los amplificadores hidráulicos). El sistema de un circuito hidráulico funciona de forma similar a la teoría de circuitos eléctricos, utilizando elementos lineales y discretos. Los circuitos hidráulicos se aplican a menudo en el procesamiento químico (sistemas de flujo). Los sistemas hidráulicos utilizan la bomba para empujar el fluido hidráulico a través del sistema para crear energía hidráulica. El fluido pasa a través de las válvulas y fluye hacia el cilindro donde la energía hidráulica se convierte de nuevo en energía mecánica. Las válvulas ayudan a dirigir el flujo del líquido y a aliviar la presión cuando es necesario. El eje de salida transfiere el movimiento o la fuerza, sin embargo, todas las demás partes ayudan a controlar el sistema. Por su parte, el tanque de almacenamiento/fluido es un depósito para el líquido utilizado como medio de transmisión. El líquido utilizado es generalmente aceite incompresible de alta densidad. Este se filtra para eliminar el polvo o cualquier otra partícula no deseada y luego se bombea por la bomba hidráulica. La capacidad de la bomba depende del diseño del sistema hidráulico. Por lo general, estas bombas proporcionan un volumen constante en cada revolución del eje de la bomba. Por lo tanto, la presión del fluido puede aumentar indefinidamente en el punto muerto del pistón hasta que el sistema falle. El regulador de la presión actúa en el circuito para evitar las circunstancias que redirigen el exceso de fluido de vuelta al tanque de almacenamiento. El movimiento del cilindro se controla mediante una válvula de control que dirige el flujo de fluido. La línea de presión de fluido permite elevar y bajar el pistón, así como detener el flujo del fluido. Otra característica importante del funcionamiento del sistema hidráulico es la de utilizar tuberías a prueba de fugas por términos de seguridad y de los riesgos medioambientales.

VIDEOS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS:

<https://www.youtube.com/watch?v=nRzZHQHWuGc>

<https://www.youtube.com/watch?v=qtPbU35CqE4>

<https://www.youtube.com/watch?v=AEjIK3q7r6E>

Energía hidráulica y seguridad

La hidráulica presenta una serie de peligros que hay que tener en cuenta, y por esa razón se requiere capacitación en seguridad. Hay que recordar que el **propósito de los sistemas hidráulicos es crear movimiento o fuerza**. Es una fuente de energía, generando energía. Por lo tanto, al igual que otras fuentes de energía, **la energía hidráulica debe ser controlada**, utilizando un dispositivo de aislamiento de energía adecuado que impida la liberación física de energía. También existen sistemas que requieren la liberación de energía hidráulica almacenada para aliviar la presión. Y también, aquellos que se dedican al bloqueo/etiquetado, también deben verificar la liberación de la energía/presión hidráulica almacenada (normalmente indicada por la presión cero en los manómetros) antes de trabajar en el equipo.

Aplicaciones de los sistemas hidráulicos: Los sistemas hidráulicos se utilizan principalmente para el **control preciso de fuerzas mayores**. Las principales aplicaciones del sistema hidráulico se pueden clasificar en cinco categorías:

- **1. Industrial:** Maquinaria de procesamiento de plásticos, fabricación de acero y aplicaciones de extracción primaria de metales, líneas de producción automatizadas, industrias de máquinas herramienta, industrias papeleras, cargadoras, trituradoras, maquinaria textil, equipos de I + D, sistemas robóticos, etc.
- **2. Hidráulica móvil:** Tractores, sistema de irrigación, equipo de movimiento de tierra, equipo de manipulación de materiales, vehículos comerciales, equipo de perforación de túneles, equipo ferroviario, maquinaria de construcción, equipos de perforación, etc.
- **3. Automóviles:** Se utiliza en los sistemas como frenos, amortiguadores, sistema de dirección, protección contra el viento, elevación, limpieza, etc.
- **4. Aplicaciones marinas:** Cubre principalmente los buques de navegación oceánica y los barcos de pesca.
- **5. Equipos aeroespaciales:** Hay equipos y sistemas utilizados para el control del timón, trenes de aterrizaje, frenos, control de vuelo y transmisión, etc., que se utilizan en aviones, cohetes y naves espaciales.

Ventajas del sistema hidráulico: Un sistema hidráulico es un eficiente transmisor de potencia por muchas razones. En primer lugar, sus sencillas palancas y botones pulsadores facilitan el arranque, la parada, la aceleración y la desaceleración. Esto también permite la precisión del control. Además, debido a que es un sistema simple, sin engranajes, poleas o palancas incómodas, se adapta fácilmente a un enorme rango de pesos. Proporciona una fuerza constante, independientemente de los cambios de velocidad. En su mayor parte, los sistemas hidráulicos son simples, seguros y económicos porque utilizan menos piezas móviles en comparación con los sistemas mecánicos y eléctricos, lo que hace que sean más fáciles de mantener. Los sistemas hidráulicos son seguros de usar en plantas químicas y minas porque no causan chispas.

Desventajas del sistema hidráulico: Los sistemas hidráulicos también tienen algunos inconvenientes. El manejo de los fluidos hidráulicos es complicado y puede ser difícil deshacerse totalmente de las fugas en un sistema hidráulico. Si el fluido hidráulico se filtra en zonas calientes, puede incendiarse. Si los conductos hidráulicos estallan, pueden causar lesiones graves. Hay que tener cuidado al manipular fluidos hidráulicos, ya que demasiada exposición puede causar problemas de salud. Los fluidos hidráulicos también son corrosivos, pero algunos tipos lo son menos que otros. Por ejemplo, hay dos tipos principales de líquido de frenos disponibles para bicicletas de montaña hidráulicas: el líquido DOT y el aceite mineral. Debido a sus propiedades anticorrosivas, es menos probable que el aceite mineral destruya la pintura de una motocicleta. Para mantener su sistema hidráulico en perfecto estado, hay que revisarlos periódicamente en busca de fugas, lubricarlos cuando sea necesario y cambiarle los filtros y sellos cuando sea necesario.

ACTIVIDADES:

- 1) Defina "Hidráulica". ¿Cuál es el objetivo de los sistemas hidráulicos?
- 2) ¿Qué magnitudes y unidades utilizamos en hidráulica?
- 3) Defina presión hidráulica.
- 4) ¿Qué es un fluido hidráulico? ¿Cuáles son sus principales características?
- 5) Enumere y explique los componentes que conforman un sistema hidráulico.
- 6) ¿Qué tipos de válvulas hidráulicas hay? ¿Para qué sirven cada una de ellas?
- 7) En base al texto y a los videos espelique de forma sencilla cómo funciona un sistema hidráulico.
- 8) ¿Cuáles son las principales aplicaciones de los sistemas hidráulicos?
- 9) Compare ventajas y desventajas de los sistemas hidráulicos.

