

# Sistemas Oleohidráulicos

## Resumen

Mediante este artículo conoceremos cómo somos beneficiarios de la ingeniería a través del constante desarrollo tecnológico que se ha dado desde la investigación del comportamiento de los fluidos y el descubrimiento de un principio elemental como lo es el principio de Blaise Pascal, científico francés del siglo XVII, quien dedujo que la presión de un fluido confinado era igual a la fuerza sobre una superficie ( $P = F/A$ ), fórmula que revolucionó el campo industrial y nuestra manera de vivir, ya que esto implicaba una capacidad bárbara de multiplicar una fuerza.

**Palabras clave:** Sistema, presión, fuerza, superficie, oleohidráulica.

## Abstract

This article describes how we are beneficiaries of engineering through the constant technological development that has occurred since the investigation of fluid behavior and the discovery of a fundamental principle named after Pascal principle. Blaise Pascal, French scientist of the seventeenth century who concluded that the confined fluid pressure was equal to the force on its surface ( $P = F/A$ ), a formula that revolutionized the industrial field and our way of life, as this implied an immense ability to multiply a force.

**Key words:** System, pressure, force, area, oleohydraulic

Febrero: Marzo, 2011

Aceptado: Junio, 2011



Carlos Alberto Saltos Medina<sup>1</sup>  
cc\_liuk@hotmail.com

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial, en la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería, Universidad Estatal de Milagro. Trabaja en el diseño de prototipos en AutoCad tridimensional 2011 y estructuras metálicas modernas. Idea, diseño y construcción de prototipos como: CASM HOPE (Tetracicleta) y "Carlitos" (Mobiliario Urbano para Reciclaje); participó en el XIX Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Industrial (CLEIN), Buenos Aires, Argentina (2010). Expositor en el mismo año del Prototipo de innovación CASM HOPE en Feria de las ONG's, Buenos Aires.



### INTRODUCCIÓN

La mayoría de personas del mundo entero, han sido testigos oculares de sistemas oleohidráulicos aún sin saber cómo funcionan ni que leyes y principios rigen su comportamiento. Es característico en estos sistemas observar una barra de acero con aspecto de acabado espejo saliendo o entrando de un cilindro, el mismo que posee mangueras por las cuales circula un fluido a alta presión que actúa sobre el área de un émbolo haciendo desplazar aquella barra de acero que mencionamos al inicio cuyo nombre técnico es vástago y su aspecto espejo es debido a un proceso de cromado duro [1].

Por así decirlo, el secreto para mover grandes cargas se desplaza por pequeñas mangueras que transportan fluido a gran presión. Pero ¿qué pensamos del término presión? En muchas circunstancias lo hemos mencionado aun sin saber la fórmula que lo rige, bien pues, el científico Blaise Pascal tras un largo proceso de cálculo y experimentos determinó que la presión en un fluido confinado era el resultado de una fuerza sobre una superficie y a su vez la presión sería la misma en cualquier punto del sistema [2].

Es bajo este principio que trabajan los sistemas oleohidráulicos ya sean manuales como el gato hidráulico de un vehículo o de accionamiento por bomba como los de una retroexcavadora, volqueta, entre otros [3].

Antes de seguir conociendo de estos sistemas, es necesario saber su historia y a qué rama de la ciencia pertenecen.

### Hidráulica

El término "Hidráulica" proviene del griego "hydro" que significa "agua", y "aulos" que significa cañería o entubamiento, originalmente enfocó el estudio del comportamiento físico del agua

en reposo y en movimiento [4].

La "hidráulica", por lo tanto, está directamente relacionada con líquidos y es una rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento, de aquí se deriva la hidrostática y la hidrodinámica [5].

### Desarrollo de la Hidráulica

Después de la desintegración del mundo antiguo, hubo pocas novedades por muchos siglos. Luego, durante un período comparativamente corto, comenzando cerca del final del siglo XVII, el físico italiano, Evangelista Torricelli, el físico francés, Edme Mariotte, y posteriormente, Daniel Bernoulli condujeron experimentos para estudiar los elementos de fuerza en la descarga del agua a través de pequeñas aberturas a los lados de los tanques y a través de cañerías cortas. Durante el mismo período, Blaise Pascal, descubrió la ley fundamental de la ciencia de la hidráulica siendo este su enunciado "El aumento en la presión sobre la superficie de un líquido confinado es transmitido sin disminución a través del recipiente o del sistema que lo contiene" [6].

$$P = \frac{dF}{dA} \quad (1)$$

La ecuación (1) se la conoce como el Principio de Pascal. Y cuando la presión es uniforme en todos los puntos, la fórmula (1) se transforma en una expresión más familiar:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

El ensayo de Pascal consistió en algo que hasta hoy un niño puede hacerlo didácticamente sin problemas.

Su ensayo fue por medio de dos cilindros de diámetros diferentes conectados por una



Figura 1. Blaise Pascal (1623 - 1662) considerado una de las mentes privilegiadas de la historia intelectual de Occidente.

manguera, estos cilindros tenían un émbolo que encajaba en cada cilindro y a su vez estos estaban llenos de agua. Mediante los experimentos descubrió que si colocaba un pequeño peso en el émbolo de menor diámetro y un mayor peso en el émbolo de mayor diámetro, el peso menor sobre el área menor generaría una presión en el fluido capaz de desplazarse hasta el émbolo de mayor diámetro y levantar aquel peso elevado. De esto se concluye que el área es inversamente proporcional a la presión y directamente proporcional a la fuerza [7].

### Unidades de la presión

En honor a la deducción de Pascal esta unidad lleva su nombre [8], dado que la presión es igual a la fuerza sobre el área:

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

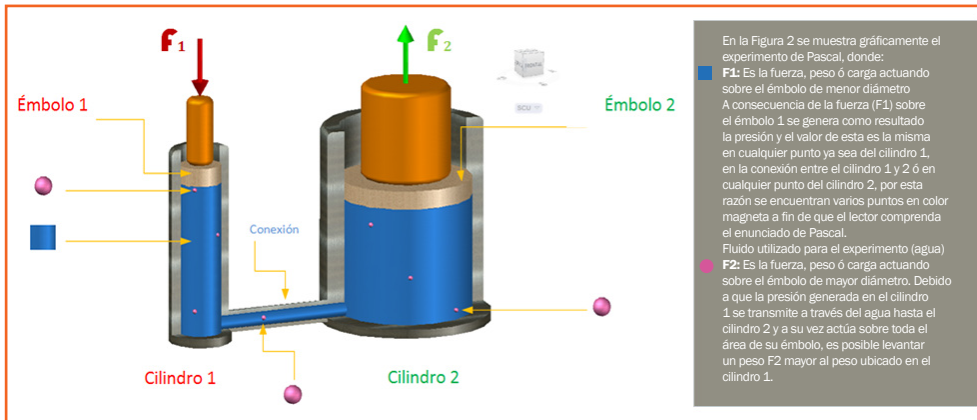
Donde F puede ser considerada como: fuerza, peso ó carga y a su vez está basada en la segunda ley de Newton [9].

$$F = m \cdot a$$

siendo

m = masa de un cuerpo la cual se mide en kg (kilogramos).

a= aceleración de la gravedad de nuestro planeta cuyo valor



En la Figura 2 se muestra gráficamente el experimento de Pascal, donde:

- F1:** Es la fuerza, peso o carga actuando sobre el émbolo de menor diámetro. A consecuencia de la fuerza (F1) sobre el émbolo 1 se genera como resultado la presión y el valor de esta es la misma en cualquier punto ya sea del cilindro 1, en la conexión entre el cilindro 1 y 2 ó en cualquier punto del cilindro 2, por esta razón se encuentran varios puntos en color magneta a fin de que el lector comprenda el enunciado de Pascal.
- Fluido utilizado para el experimento (agua)
- F2:** Es la fuerza, peso o carga actuando sobre el émbolo de mayor diámetro. Debido a que la presión generada en el cilindro 1 se transmite a través del agua hasta el cilindro 2 y a su vez actúa sobre toda el área de su émbolo, es posible levantar un peso F2 mayor al peso ubicado en el cilindro 1.

Figura 2. Experimento de Pascal

es de 9.81 m/s<sup>2</sup> (metros sobre segundos al cuadrado) [10].

De igual forma en honor a Sir Isaac Newton, al multiplicar 1kg × 1m/s<sup>2</sup> nos dará como resultado 1N (un newton). Así queda definido que el peso viene en unidad de Newton [11].

Como última variable tenemos "A", que se refiere al área de una superficie ya sea cuadrada, circular, etc, es muy común en nuestro medio cuando nos referimos a terrenos, esta viene en m<sup>2</sup> (metros cuadrados) [12].

Retomando la fórmula de Pascal tenemos que:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot a}{A} \rightarrow \frac{\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Y finalmente cuando nos queda como unidad N/m<sup>2</sup> estamos hablando de la unidad de presión Pa (Pascal) [13]. Entonces:

$$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\text{Pa}$$

**La ley de Pascal y la Prensa de Bramah**

Si bien fue Pascal quien dedujo que P= F/A, no fue él quien desarrolló la prensa hidráulica sino el británico Joseph Bramah (ver Figura 3) [14].

Joseph Bramah, (1749 – 1814, Londres): Inventor, mecánico de profesión, llevó a cabo varios inventos prácticos: una cerradura de seguridad,

una prensa hidráulica, el sistema de water-closet o inodoro, una impresora para numerar billetes de banco, y otros [15].

**Esquema del comportamiento de un gato hidráulico:**

En el primer paso del funcionamiento del gato hidráulico, se genera una succión cuando levantamos la palanca del gato hidráulico, la válvula permite



Figura 3. Joseph Bramah (1749 - 1814)

el paso del aceite en una sola dirección, es decir; una vez extraído del depósito no puede retornar por la misma vía (ver Figura 4).

En el segundo paso, cuando bajamos con una leve fuerza la palanca, generamos una presión que desplaza el aceite hacia el émbolo que subirá el automóvil, de igual forma tiene una válvula que solo permite

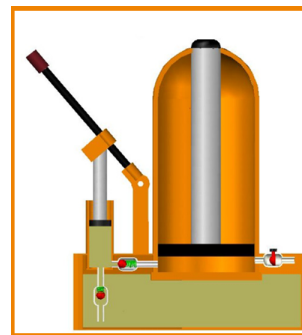


Figura 4. Accionamiento inicial del gato hidráulico.

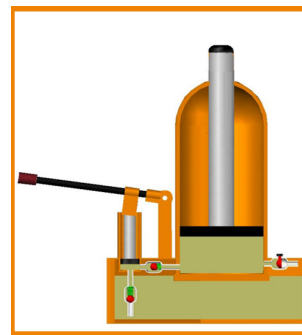


Figura 5. Fase 2 del funcionamiento del gato hidráulico.

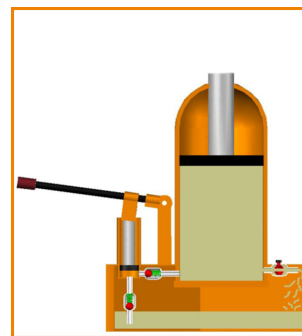


Figura 6. Fase 3 del funcionamiento del gato hidráulico.

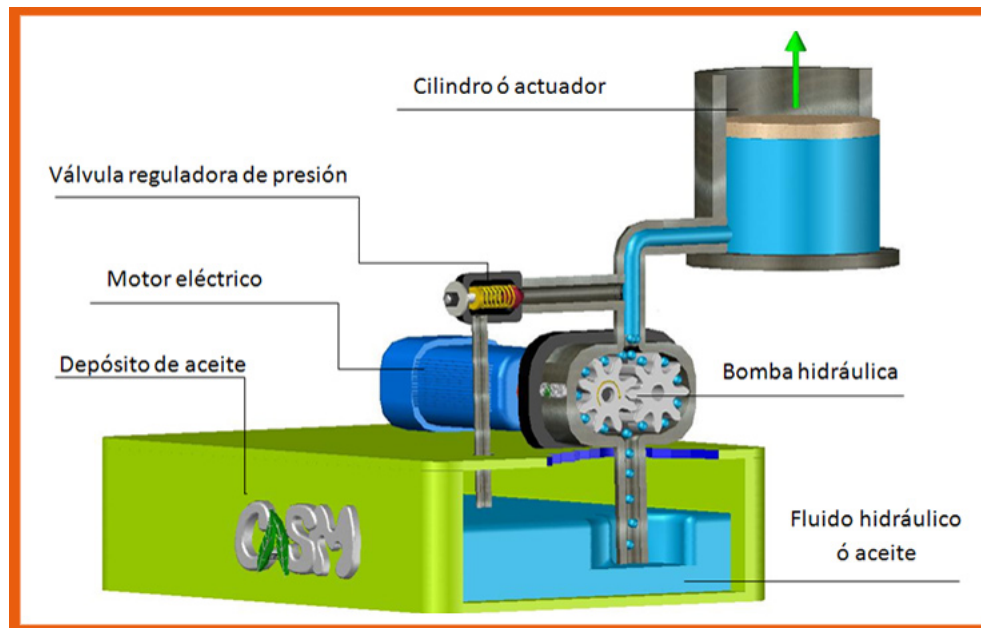


Figura 7. Componentes básicos de un sistema oleohidráulico de accionamiento por bomba.

que el aceite ingrese para levantar la carga (ver Figura 5)

Y finalmente asumiendo que hemos realizado por varias veces las acciones anteriores, cuando queremos retirar el gato hidráulico, giramos un tornillo que permite el retorno del aceite al depósito como se muestra en la Figura 6

### Sistemas Oleohidráulicos

Un sistema oleohidráulico puede ser ejecutado de forma manual en el caso del típico gato hidráulico que transportamos en los automóviles o a su vez ser accionado por una bomba capaz de generar gran presión y un considerable caudal, de esta última variable dependerá la velocidad de salida del vástago del cilindro que lo contiene [16].

Cabe destacar que en la mayor parte de este tipo de sistemas la bomba hidráulica va tomada a un motor y es este quien le transmite potencia a la bomba, la misma que se clasifica en varios tipos como: bombas de pistón, bombas de paleta, bombas de engranaje, etc [17]. Por su gran desempeño y bajo mante-

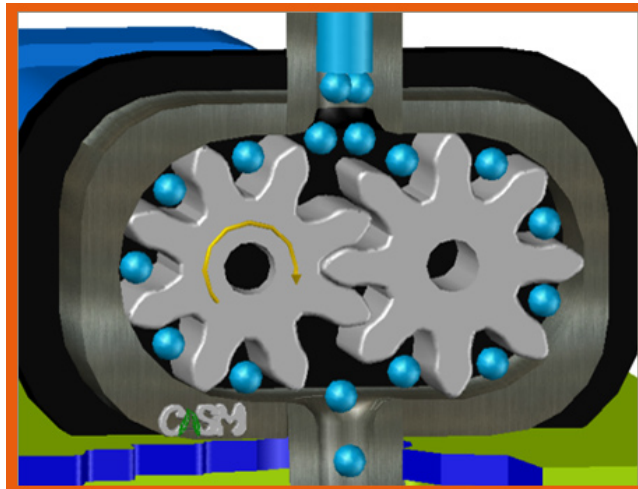


Figura 8. Bomba de engranajes.

nimiento las bombas más usadas son las de engranaje, luego de esto se necesita controlar el flujo que producirá la bomba, esto se logra mediante válvulas que de igual forma existen un sinnúmero pero en este artículo bastarán dos para entender su funcionamiento, siguiendo el orden de estos sistemas viene el encargado de levantar o desplazar grandes cargas y es el actuador o cilindro [18].

### Motor eléctrico

Es el dispositivo que convierte

energía eléctrica ya que se alimenta de electricidad y la transforma en energía mecánica, esta energía es, la que se transmite a la bomba hidráulica por medio de un acople para hacerla girar. Se la selecciona según los requerimientos del diseño por su potencia (HP) [19].

### Bomba hidráulica

Es la encargada de absorber el fluido hidráulico y enviarlo hasta el o los cilindros con una presión y caudal determinado. Existen varios tipos de bombas: bom-



Figura 9. Retroexcavadora con cilindros de doble efecto.

bas de pistón, bombas de paleta, bombas de engranaje, etc. de igual forma según el diseño del sistema oleohidráulico se la selecciona por volumen de aceite comprimido, presión, caudal.

La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje (ver Figura 8) [20].

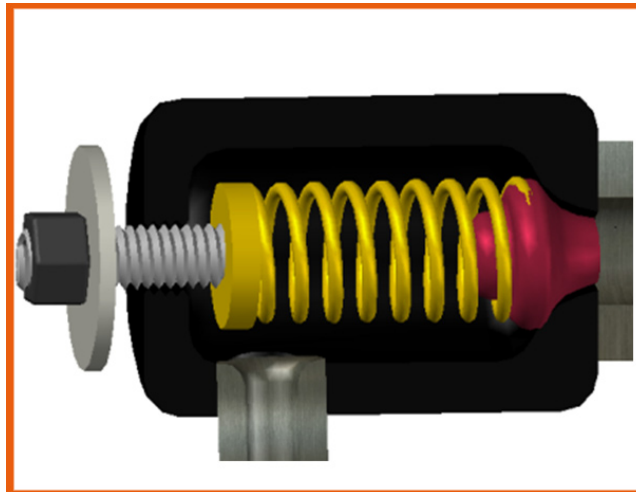


Figura 10. Válvula reguladora de presión.

### Cilindro

Es el encargado del trabajo final que se pretenda realizar, es capaz de desplazar grandes cargas y en maquinarias como volquetas, retroexcavadoras, grúas, es el elemento claramente visible. Existen varios tipos como: cilindro sumergible, cilindro telescópico, cilindro de simple efecto, cilindro de doble efecto, etc [21].

### Válvula reguladora de presión

Este dispositivo permite regular la presión en el sistema y a la

vez sirve como elemento de seguridad ya que si por alguna razón la presión se eleva, se abre la válvula permitiendo que el fluido retorne al depósito [22].

### Fluido hidráulico

Transmite la energía generada por la presión, a la vez que protege las partes de todo el sistema de la corrosión. Por lo general se usa aceite ya que tiene un margen de operatividad desde los  $-27^{\circ}\text{C}$  hasta los  $125^{\circ}\text{C}$  sin problemas [23].

### Depósito de aceite

Contiene el fluido que necesita el sistema, permite el enfriamiento del aceite, y necesariamente debe tener un filtro antes que el fluido vuelva a regresar a las válvulas y los cilindros [24].

Descritos los componentes básicos para un sistema oleohidráulico de accionamiento por bomba, podemos hacer un análisis con respecto al ejercicio anterior de la aplicación de Pascal donde pedíamos calcular que bloque sería capaz de

levantar el cilindro 2.

En el siguiente análisis reemplazaremos el cilindro 1 y el bloque que había sobre él, por un sistema de accionamiento por bomba, mientras que el cilindro 2 será nuestro único actuador levantando aquel bloque de 3500 N de peso.

Asumiendo que encendemos el motor eléctrico este transmitirá la potencia a la bomba de engranaje, la misma que empezará a absorber el aceite del depósito y enviarla a presión hasta el cilindro que se encuentra retraído y a su vez tiene que levantar los 3500N (Figura 11). La válvula reguladora de presión se encuentra cerrada ya que la presión que ha empezado a actuar sobre el émbolo del cilindro es la suficiente para levantar la carga.

Una vez que el cilindro llegó a su límite de recorrido (Figura 11), si por A ó B motivo olvidamos desactivar el motor eléctrico la presión se incrementa en el sistema debido a que la bomba sigue enviando el fluido, y es aquí cuando esa excesiva presión actúa sobre la válvula haciendo que esta se abra y permita el paso del fluido de vuelta al depósito.

Si la válvula (maximizada en las figuras 11 y 12) no existiera en el sistema, la presión empezaría por averiar los componentes más propensos, en este caso los acoples entre mangueras y bomba o cilindro, en casos más extremos a elevar la tensión en el motor eléctrico y quemarlo.

Cabe destacar que este es un modelo básico de sistema oleohidráulico para entender los principios de su funcionamiento y la gran importancia de la válvula reguladora de presión también conocida como válvula de alivio [25].

El cilindro utilizado en la Figura 11 y 12 es un cilindro de simple efecto ya que solo puede actuar la presión del fluido en

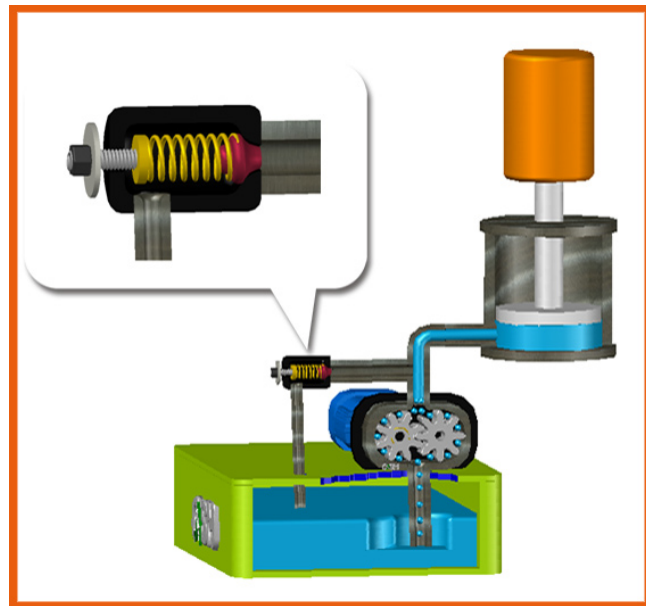


Figura 11. Acción de la válvula reguladora de presión.

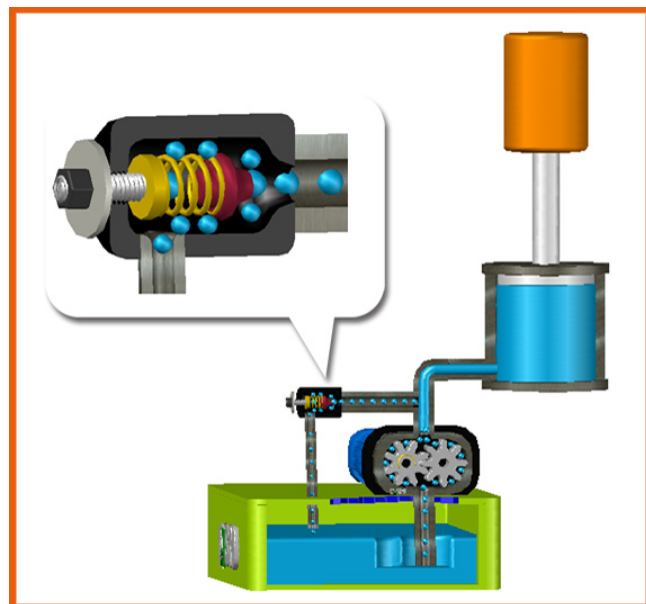


Figura 12. Acción de la válvula reguladora de presión.

un solo lado del émbolo, permitiendo que sea posible generar fuerza en una sola dirección, que retorne el émbolo a su posición inicial dependerá de una fuerza externa ajena al sistema, en este caso si desajustamos la válvula de alivio, todo el fluido del cilindro retornara al depósito permitiendo retomar su posición inicial al cilindro.

Referente a la potencia del sistema dada por el motor, se utiliza

uno eléctrico cuando se trabaja en planta ó fábrica (Figura 13), para citar un ejemplo: las industrias de elaboración de ollas, cucharas y vasos metálicos, donde utilizan la fuerza hidráulica para dar forma a los diferentes productos por medio de embutición profunda [26].

Diferente es el caso en las maquinarias como volquetas, retroexcavadoras (como en la ver Figura 9), grúas, etc., aquí



Figura 13. Inyectora plástica.

la potencia viene del mismo motor de combustión interna del vehículo [27].

### Aplicaciones Móviles

El empleo de la energía proporcionada por el aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles [28] tales como:

- Tractores
- Grúas
- Retroexcavadoras
- Camiones recolectores de basura
- Cargadores frontales
- Frenos y suspensiones de camiones
- Vehículos para la construcción y mantención de carreteras, entre otras aplicaciones

### 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 [29]. Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica
- Máquinas herramientas
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada
- Equipo para montaje industrial
- Maquinaria para la minería
- Maquinaria para la industria siderúrgica, y demás aplicaciones.

Otras aplicaciones se pueden dar en sistemas propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, por otro lado se puede en todas aquellas áreas en que se requiere movimientos muy controlados y de alta precisión [30], así se tiene:

- Aplicación automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.
- Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- Aplicación Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de

embarcaciones o buques militares

### Conclusiones

La ley de Pascal es la que hace posible que grandes máquinas de construcción logren levantar enormes cargas, que la dirección de nuestro automóvil sea muy suave, que los trenes de aterrizaje de los aviones puedan guardarse una vez tomado vuelo, en fin miles de cosas son posibles con la hidráulica cuando de obtener mucha fuerza se trata.

#### Ventajas de la Oleohidráulica

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

#### Desventajas de la Oleohidráulica

- El fluido es más caro,
- Pérdidas de carga,
- Personal especializado para la mantención,
- Fluido muy sensible a la contaminación.

### Referencias Bibliográficas

- [1] <http://www.finishing.com/foqs/chrome.html>
- [2] Shaum MeCle C. Potter\_ Craig W. Somerton. Termodinámica para Ingenieros. p.7.
- [3] Claudio Mataix. Mecánica de Fluidos. Segunda Edición. p.579. History Channel. Documental Ingeniería Hidráulica.
- [4] Claudio Matax. Mecánica de Fluidos. Segunda Edición. pp. 580 - 581
- [5] P. Avilés. Manual de Ingeniería. Tomo II. p. 342.
- [6] Shaum MeCle C. Potter\_ Craig W. Somerton.: op. cit. p.7.
- [7] <http://trabajofisica.galeon.com/pagina2.html>
- [8] Robert L. Mott. Mecánica de Fluidos. Sexta Edición. p.7
- [9] Shaum \_ MeCle C. Potter\_ Craig W. Somerton.: op. cit. p.7.
- [10] Ferdinand P. Beer, E. Russel, Johnston Jr., Elliot R. Eisenberg: Mecánica Vectorial para Ingenieros. Octava Edición. p.332.
- [11] Frank M. White. Mecánica de Fluidos. Editorial Mc. Graw Hill. Sexta Edición, pp. 10-11.
- [12] R. C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Editorial Pearson, Prentice Hall. Sexta Edición, p.1.
- [13] Robert L. Mott. Mecánica de Fluidos. Sexta Edición. p.13.
- [14] <http://inventos-abel.blogspot.com/2008/05/prensa-hidraulica.html>
- [15] <http://inventos-abel.blogspot.com/2008/05/prensa-hidraulica.html>
- [16] Frank M. White.: op. cit. p.151.
- [17] Claudio Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Segunda Edición, pp. 572 - 573.
- [18] Neumática e Hidráulica. Manual de Mecánica Industrial, p.332.
- [19] Microsoft Encarta 2010. "Motores y generadores eléctricos".
- [20] Claudio Mataix. op. cit. pp. 572 - 573.
- [21] Sperry Vickers. Manual de Oleohidráulica Industrial. Editorial Blume.
- [22] Mike Ecenarro \_ Ortiz de Zárate Componente y Aplicaciones Oleohidráulicas. Editorial Hre. Hidraulic.
- [23] P. Aciles. Manual de Ingeniería. Tomo II. p. 342. History Channel. Documental Ingeniería Hidráulica.
- [24] Felip Roca Ravell. Oleohidráulica Básica Diseño de Circuitos. Editorial Upc.
- [25] Grootte, J.P.Do. Tecnología de los Circuitos Hidráulicos.
- [26] [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica5.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica5.htm)
- [27] [http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/lo/Power%20Takeoff%20\(PTO\)\\_Spa\\_08\\_580117.pdf](http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/lo/Power%20Takeoff%20(PTO)_Spa_08_580117.pdf)
- [28] <http://hidraulica-ingenieria.blogspot.com/2007/08/aplicaciones-de-la-hidraulica.html>
- [29] [http://www.gicaingenieros.com/diplomado\\_hidraulica/objetivos.html](http://www.gicaingenieros.com/diplomado_hidraulica/objetivos.html)
- [30] [http://spanish.alibaba.com/product-free/Tipper\\_Truck\\_Hydraulic\\_System-104903191.html](http://spanish.alibaba.com/product-free/Tipper_Truck_Hydraulic_System-104903191.html)