

OLEODINÁMICA: POTENCIA HIDRÁULICA, MOTOR DE LA INDUSTRIA. PARTE 1

Ing. Carlos E. Flores R, ceflores@url.edu.gt

RESUMEN

La transformación de la energía realmente ha permitido al hombre conquistar la tierra, para transformar su entorno, para mejorar su calidad de vida. Esto es muy evidente, a principios del Siglo XXI, y pareciera que los descubrimientos científicos y las aplicaciones tecnológicas están ahora más que nunca al alcance de cualquier persona en nuestro planeta tierra. Se fabrican gran cantidad de productos industriales, se transforma el paisaje, se explotan las riquezas naturales, y todo ello gracias a la transformación energética. La potencia oleodinámica constituyó una palanca poderosa para este desarrollo, tal como veremos a lo largo de este artículo.

DESCRIPTORES

Energía Hidráulica. Energía oleodinámica. Presión. Fuerza. Trabajo. Industria. Oleodinámica Industrial. Oleodinámica Móvil.

ABSTRACT

Transforming energy has allowed humanity to conquer land, transform environment, and raise life quality level. It is evident, beginning XXI Century, when scientific discoveries and technological applications are now more close to any person in all the Earth. Manufacture of many industrial products, transforming land views, exploiting natural resources, and all these due to energetic transformation. Oleo dynamic power became a powerful tool for development, as author in this article try to show.

KEYWORDS

Hydraulic power. Hydrodynamic power. Pressure. Force. Work. Industry. Industrial Hydrodynamic. Mobile Hydrodynamic.

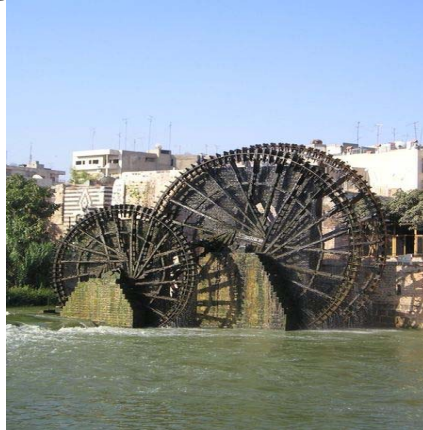
OLEODINÁMICA: POTENCIA HIDRÁULICA, MOTOR DE LA INDUSTRIA. PARTE 1

LA HIDRÁULICA

La palabra Hidráulica proviene del griego *Hydor* que significa agua, y el concepto aún desde sus inicios, es el de la utilización del agua como medio para transformar la energía ya sea esta potencial y cinética en energía mecánica la que a su vez puede transformarse en trabajo.

La utilización de la energía cinética ($E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$) y potencial ($E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$) del agua data de muchos siglos. Fue utilizada por los romanos y griegos, quienes construyeron ruedas hidráulicas para molinos. Se sabe, sin embargo, que hace ya más de tres mil años los egipcios ya la utilizaban con fines de riego.

Fig. 1. Rueda de agua en Hama, Siria



Fuente: <http://www.kacmac.com/cities/hama/photos/>

La siguiente aplicación de la energía del agua es en la generación de electricidad, aprovechando lo que se conoce como saltos de agua. Esta aplicación es un tanto compleja, tal y como la conocemos hoy en día.

La energía hidroeléctrica obtiene un gran desarrollo gracias a la genialidad del Ing. Civil Johns Smeathon [1] quien fue el primero en construir grandes ruedas hidráulicas de hierro fundido.

La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Northumberland, en Gran Bretaña.

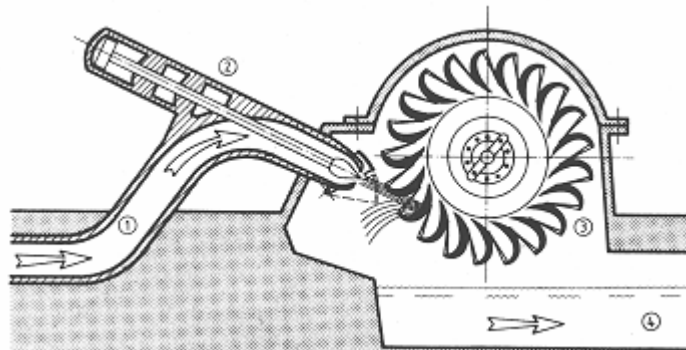
[1] John Smeaton (Austhorpe, 1724- id., 1792) Ingeniero británico. Reconstruyó el faro de Eddystone, cerca de Plymouth, y publicó (1759) sus estudios experimentales sobre la fuerza motriz del agua y del viento, considerados durante largo tiempo como una obra clásica en la materia. Consultado en: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/smeaton.htm>

Es en el siglo XIX es cuando se produce un verdadero auge en el desarrollo de centrales hidroeléctricas de gran tamaño. Para hacer factible la utilización eficiente del potencial del agua, fue necesario también el desarrollo de maquinas que pudieran tener este aprovechamiento, estas maquinas son las llamadas turbomáquinas o simplemente turbinas para hidroeléctrica. Las turbinas son maquinas que aprovechan la energía cinética y potencial del agua para transformarla a energía mecánica de rotación y posteriormente por medio de un generador transformarla en energía eléctrica. El rendimiento de estas maquinas puede estar en el orden del 80% al 90 %.

En este grupo de turbomáquinas podemos encontrar las siguientes:

- a) **Turbinas Pelton.** Es una de las turbinas más conocidas de los ingenieros, son utilizadas para aquellas condiciones en la que se tiene una altura elevada (salto alto) y un caudal reducido, lo que la hace ideal para aplicaciones de pequeñas hidroeléctricas. Sobre todo para países como los nuestros.

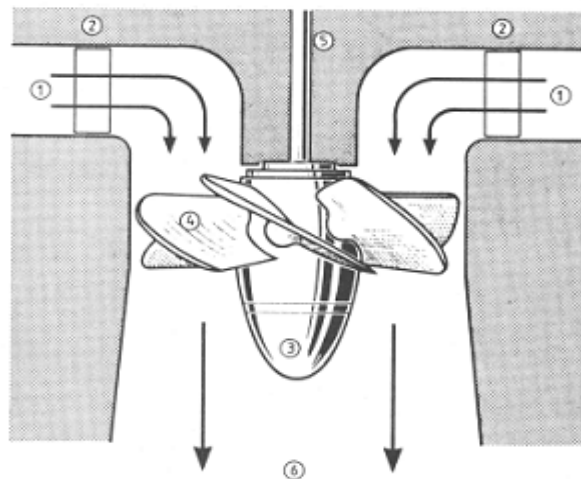
Fig. 2. Turbina Pelton



Fuente: <http://www.asaschneider.de/ae/images/pelton.gif>

- b) **Turbinas de flujo cruzado.** Efectivas para alturas limitadas y grandes caudales de agua.

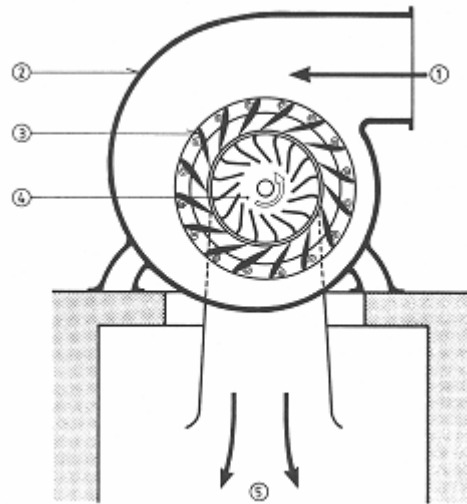
Fig. 3. Turbinas de Flujo Cruzado



Fuente: <http://www.asaschneider.de/ae/images/kaplan.gif>

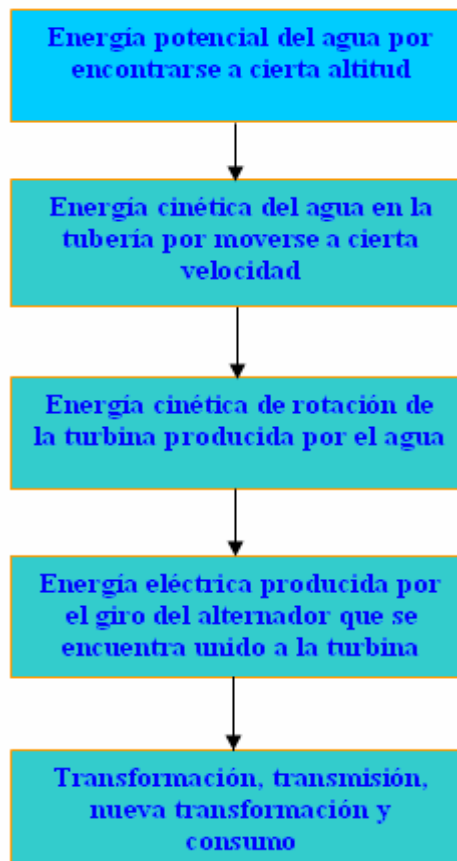
- c) **Turbinas Francis.** Muy versátiles y pueden ser eficientes en alturas y caudales diferentes.

Fig. 4. Turbina Francis



Fuente: <http://www.asaschneider.de/ac/images/francis.gif>

Fig. 5. Esquema del proceso energético para aprovechamiento del agua.



Fuente: el autor

Como podemos observar, el proceso energético para el aprovechamiento del agua es en apariencia sencilla, pero técnicamente muy complejo.

El desarrollo conceptual de las aplicaciones hidráulicas se debe a un gran número de científicos, y para ilustración citaremos solamente algunos de ellos.

1-. **Sir Isaac Newton** [2] , quien entre muchas contribuciones a la ciencia desarrollo la primera ley o la ley de la inercia, la segunda ley o la ley de la interacción y la fuerza y la tercera ley o de acción y reacción.

2-. **Daniel Bernoulli** [3], científico de gran renombre en diferentes artes, apporto grandes avances en la investigación de la hidrodinámica. Específicamente el Principio de Bernoulli muy conocido en el ámbito de la ingeniería.

3-. **Leonhard Euler** [4], conceptos sobre las presiones en los canales, efectuó estudios sobre la mecánica de los fluidos, aplico el concepto de cavitación, y también desarrollo el principio de la maquina centrifuga, para citar solamente una pequeñísima parte de sus aportes a la ciencia, ya que según sabemos escribió mas de 500 libros y artículos.

4-. **Giovanni Battista Venturi** [5], se especializó en la dinámica de los fluidos, y su trabajo estaba profundamente orientado al estudio de la hidráulica, y para nosotros los ingenieros nos es muy conocido por el famoso invento llamado el tubo de Venturi.

5-. **Blaise Pascal** [6], hizo grandes aportes en el estudio de la geometría, desarrollo teorías sobre probabilidad, y para lo que nos atañe en este articulo, efectuó grandes estudios relacionados con los fluidos, y los conceptos de presión y vacío.

Como podemos ver la lista de luminarias de las ciencias puras y aplicadas en el campo de la hidráulica es muy grande, y aquí mostramos solamente a unos de ellos, esperando despertar el deseo por investigar mas acerca de este tema. Esto nos está sirviendo de preámbulo para

-
- 2 **Newton, Isaac** (1642-1727), matemático y físico británico, considerado uno de los más grandes científicos de la historia, que hizo importantes aportaciones en muchos campos de la ciencia. Consultado en: <http://www.colegio-jaimbalmes.com/webquest/newton/index.htm> y en <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/Biografias/03-1-b-newton.html>
 - 3 **Daniel Bernoulli** (29 de enero de 1700 - 17 de marzo de 1782) fue un matemático holandés/suizo. Destacó no sólo en matemáticas puras, sino también en las aplicadas. Hizo importantes contribuciones en hidrodinámica y elasticidad . Consultado en: <http://www.wikipedia.org>
 - 4 **Leonhard Euler** (1707-1783). Nació en Basilea Suiza. Consultado en: <http://www.thales.cica.es> y en <http://biografias.blogspot.com/2007/06/leonhard-euler.html>
 - 5 **Venturi, Giovanni Battista** (1746 - 1822). Físico italiano inventor del llamado tubo de Venturi, empleado en hidráulica. Consultado en: <http://www.fisicanet.com.ar>
 - 6 **Blaise Pascal** (Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme, Francia, 19 de junio de 1623 - 19 de agosto de 1662), matemático, físico y filósofo religioso francés. Consultado en: http://es.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal

poder llegar al punto central de este artículo, el cual gira alrededor de una aplicación industrial de lo que es la potencia Hidráulica (mejor conocida como potencia oleodinámica)

LA OLEODINÁMICA

En las aplicaciones industriales, la utilización de la potencia Hidráulica, es mejor conocida con el nombre de Oleohidráulica ⁷, pero para nuestro entender este es un nombre no muy exacto para esta aplicación pues hace referencia al agua y al aceite. Por tal razón consideramos que la mejor forma de llamar a esta ciencia es la Oleodinámica, ya que hace referencia directa al movimiento de un flujo pero en este caso un aceite.

Las aplicaciones de la oleodinámica se pueden dividir en dos grandes áreas.

- a-. Oleohidraulica (oleodinámica) móvil
- b-. Oleohidraulica (oleodinámica) industrial

a-. La **oleohidraulica móvil**, se refiere a todas aquellas aplicaciones de maquinaria que se encuentran en movimiento, como camiones de volteo, retroexcavadoras. Etc.

b-. La **oleohidraulica Industrial**, se refiere a todas aquellas aplicaciones que tienen que ver con maquinaria utilizada para la transformación de materia prima en producto terminado, como por ejemplo maquinas inyectoras, maquinas sopladoras, etc.

Los sistemas oleodinámicos están conformados por los siguientes elementos principales:

1. Unidad oleodinámica
2. líneas de conducción del fluido
3. válvulas
4. actuadores

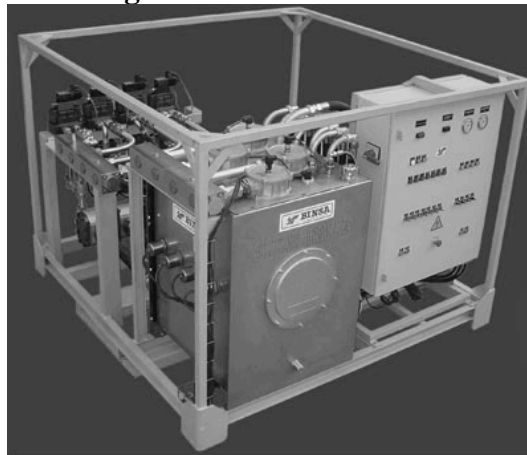
La unidad oleodinámica a su vez esta compuesta por los siguientes elementos

- filtros
- motor eléctrico
- bomba
- válvula reguladora de presión

Lo anterior es solamente para que nos formemos una idea de cómo esta conformado un sistema oleodinámico, no entraré en mas detalles debido a que esto me alejaría del tema central de este artículo, sin embargo era necesario debido a que es en este sistema donde podemos efectuar diferentes transformaciones de la energía, y de allí hacia nuestro tema, como lo es la potencia hidráulica.

⁷ NOTA: Debido a que la utilización de la expresión oleodinámica aun no es de amplio uso, me limitare a utilizar la de oleohidráulica, y acotare en paréntesis la mas adecuada, oleodinámica.

Fig. 6. Central Hidráulica



Fuente: <http://www.binsa.es>

CONCEPTOS IMPORTANTES

PRESIÓN

Generalmente los ingenieros definimos a la presión como la fuerza que actúa sobre una determinada área.

$$Presion = \frac{Fuerza}{Area}$$

$$Fuerza = F = P * A$$

$$F_N = \frac{P(kpa) \times A_{cm^2}}{10} \quad (\text{Sistema SI})$$

$$F_{lb} = P_{(psi)} \times A_{(in^2)} \quad (\text{Sistema Ingles}) \tag{A}$$

En un sistema oleodinámico podemos observar, según la figura No. 7 que la presión es la misma en todas las direcciones, obteniéndose la siguiente relación

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

sabiendo que el fluido oleodinámico es incompresible y siguiendo el principio de Pascal de las presiones, como veremos adelante.

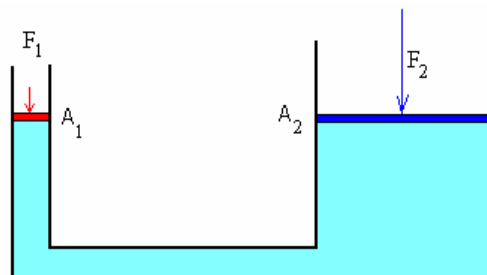
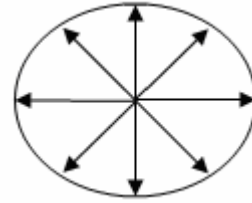


Fig. 7. Palanca Hidráulica

LEY DE PASCAL

La presión que ejerce un líquido en un recipiente cerrado, se transmite en todas direcciones y de forma perpendicular a la superficie independientemente de la forma del recipiente.

Ejemplo: un globo



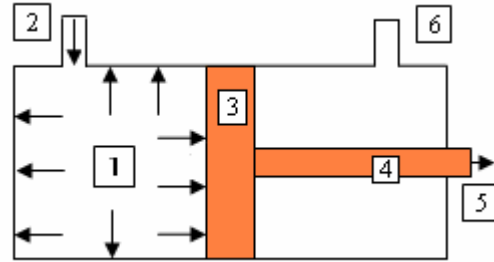
Formulas para obtener la presión

1-. $Pr esión_{kPa} = \frac{Fuerza_N \times 10}{Area_{cm^2}}$ (Para el sistema SI)

2-. $Pr esión_{psi} = \frac{Fuerza_{(lb)}}{Area_{(pulg^2)}}$ (Para el sistema Ingles)

Ilustración 1: Si tenemos un cilindro como el mostrado en la siguiente figura, el flujo de aceite generado por la bomba entre por un lado del cilindro actuador y este a su vez posee un embolo el cual puede accionar cualquier aditamento, es este caso simplemente le llamaremos carga.

En la Figura tenemos los siguientes componentes.



- 1-. Cámara de presión del actuador
- 2-. Entrada de flujo hidráulico (Oleodinámico) proveniente de la Bomba, o de la unidad hidráulica.
- 3-. Pistón dentro del cilindro de un solo vástago, también llamado cilindro diferencial.
- 4-. Vástago del pistón
- 5-. La salida del cilindro, que es la parte donde acoplamos para mover una carga.
- 6-. El retorno al tanque en la unidad hidráulica (oleodinámica)

El área tanto del pistón como del vástago se obtiene por la siguiente relación.

$$A_{cil} = \pi * r^2 = \frac{\pi}{4} D^2 = D^2 * 0.7854$$

Entonces si queremos encontrar la fuerza de salida del sistema, aplicamos la formula (A)

CAUDAL

Es un fluido en movimiento, que generalmente lo expresamos en función del tiempo:

$$Q(caudal) = \frac{Litros}{min\ uto}$$

también lo podemos expresar en GPM (galones por minuto)

Importante: La fuerza y el par dependen de la presión. El movimiento o desplazamiento dependen del caudal

PALANCA HIDRÁULICA

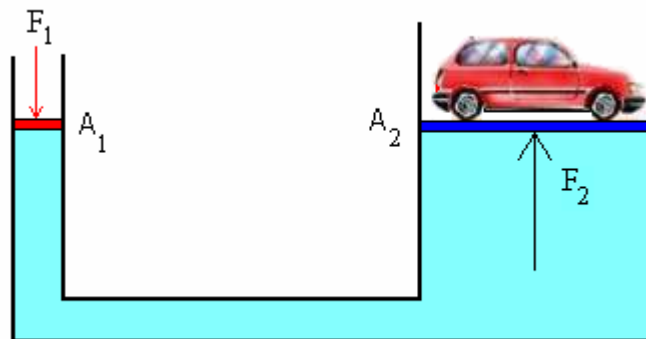
La palanca hidráulica (para nuestro caso Oleodinámica) se fundamenta precisamente en la Ley de Pascal y a él se debe su desarrollo.

La explicamos de forma como funciona es la siguiente, si tenemos:

1. un cilindro (1) de un diámetro determinado,
2. un fluido incompresible en un sistema cerrado
3. un cilindro (2) de un diámetro mayor que el (1),

cuando aplicamos una fuerza en el cilindro uno, provocamos un determinado desplazamiento de éste. Esta fuerza se multiplica en una relación proporcional a la relación de los diámetros. La que a su vez provoca un desplazamiento en el cilindro 2.

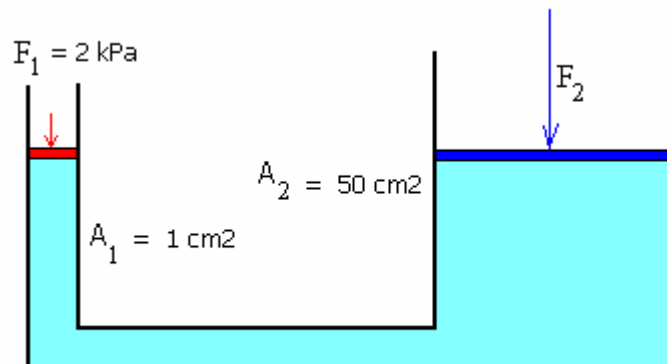
Fig. 8. Aplicación de la Palanca Hidráulica



Por lo anterior, si queremos elevar un peso grande y conocemos la fuerza aplicada a cilindro menor y conocemos los diámetros de los cilindros, podemos encontrar la fuerza resultante F_2 que sería la equivalente al máximo peso que podemos elevar.

Ilustración 2: Para una mejor visualización analicemos la siguiente aplicación, mostrada en la figura siguiente.

Encontrar F_2 y el desplazamiento del cilindro 2.



Tenemos la relación
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1 * A_2}{A_1} = F_2$$

$$F_2 = \frac{2kPa \times 50cm^2}{1cm^2} = 100kPa$$

$$Vol_1 = A_1 \times D_1$$

en donde D₁ = desplazamiento del cilindro uno. Entonces,

$$Vol_1 = 1cm^2 \times 2m \times \frac{100cm}{1m} = 200cm^3$$

$$Vol_2 = Vol_1 = 200cm^3$$

$$Vol_2 = A_2 \times D_2$$

$$D_2 = \frac{Vol_2}{A_2} = \frac{200cm^3}{50cm^2} = 4cm$$

TRABAJO

El trabajo en el sistema oleodinámico sería la fuerza por una distancia, en este caso la distancia que recorre el cilindro Es la medida de lo que hemos obtenido, y para que se produzca debe existir un movimiento. Por lo tanto.

$$\text{Trabajo (J)} = \text{Fuerza(N)} \times \text{Distancia (m)}$$

(Sistema SI)

$$\text{Trabajo (pie-lb.)} = \text{Fuerza (lb.)} \times \text{Distancia (pie)}$$

(Sistema Ingles)

POTENCIA

La potencia por su parte es el trabajo aplicado por unidad de tiempo

$$W (\text{Potencia}) = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

$$W_{Potencia} = \frac{\overbrace{F * D}^{\text{Trabajo}}}{T}$$

F= Fuerza en N
D= Distancia en m
T= Tiempo en Seg.
(En el sistema SI)

F= Fuerza en lb.
D= Distancia en pies
T= Tiempo en S, y se divide la formula entre 550

$$W_{Potencia} = \frac{F * D}{T * 550}$$

Nota. 550 pies-libra por segundo igual a un hp.

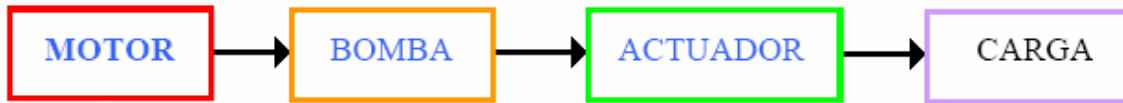
$$1hp = \frac{550 \text{ pies} - \text{libra}}{\text{seg.}}$$

(En el sistema Ingles)

POTENCIA HIDRAULICA

En el caso de la potencia hidráulica tomamos en consideración el flujo o caudal de la bomba y el proceso de conversión de la energía. Incluye la transformación de energía eléctrica en energía mecánica rotacional en el motor; transformación de energía rotacional de la bomba a energía hidráulica; o potencia hidráulica y por ultimo el actuador convierte la potencia hidráulica en potencia mecánica al realizar un trabajo sobre la carga.

Podemos apreciar de mejor forma esta secuencia de transformación de la energía en la siguiente secuencia grafica.



La siguiente formula nos indica la relación que podemos encontrar entre la potencia hidráulica, el flujo y la presión generada.

$$Psb(W) = \frac{Flujo_{(l/min)} * P_{(kpa)}}{60} \quad (\text{en el sistema SI})$$

En donde
 p = presión
 s = salida
 b = Bomba
 W = Potencia

$$Psb(hp) = \frac{Flujo_{gal(US/min)} * P_{(psi)}}{1714} \quad (\text{en el sistema Ingles})$$

De estas relaciones también podemos deducir que si incrementamos la presión o el flujo de la bomba del sistema, también estamos incrementando la potencia disponible.

EJEMPLOS DE MAQUINAS OLEODINAMICAS

INYECTORAS

Capacidad desde 75 a 550 Toneladas de presión de cierre.

Fuente: www.quiminet.com.mx/



RETROEXCAVADORAS

En hidráulica Móvil

Fuente: www.viarural.com.ar



Para citar solamente algunos pocos ejemplos de la utilización de la potencia Oleodinámica. Y que tal como se indicó en la introducción, es a través de esta tecnología que el hombre ha transformado totalmente su entorno.

CONCLUSIONES

- Como hemos podido darnos cuenta, el desarrollo de la tecnología hidráulica fue progresivo y es en nuestros días, en donde podemos apreciar el gran beneficio a la humanidad que tantos investigadores han legado.
- Gracias a esta transformación formidable de la potencia, hoy podemos realizar grandes obras y generar infinidad de productos para la satisfacción de las necesidades de toda la humanidad.
- Pretende este artículo inducir al lector a investigar y estudiar más sobre este interesante tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **VICKERS - EATON FLUID POWER TRAINING** (2003). Manual de Oleohidráulica Móvil. Editorial Blume. México.
2. **VICKERS - EATON FLUID POWER TRAINING** (2003). Manual de Oleohidráulica Industrial. Editorial Blume. México
3. **FESTO** (2003). Hidráulica. Festo Didactic Tomo II.
4. **LABVOLT**. (2000). Fundamentos de hidráulica. Manual del estudiante.
5. **STRETER, VÍCTOR L.** (1971). Mecánica de los fluidos. McGraw Hill. Cuarta Edición. México

FLORES, CARLOS E.



Ingeniero Mecánico y Técnico Industrial egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Gerente de producción en varias empresas como Richardson Vicks y Procter & Gamble.

Catedrático de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Galileo y Universidad Rafael Landívar de los cursos de Ciencia de los Materiales, Mantenimiento y Montaje de Equipo, Procesos de Manufactura. Actualmente es docente de dedicación completa de la URL.