

**REDISEÑO Y AUTOMATIZACION DE UNA RAMPA PARA CARGUE Y  
DESCARGUE EN LA EMPRESA NUTRESA S.A.S**

**POR**

**JOHAN STEVEN URREGO ROMERO**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**TECNOLOGIA MECATRONICA**

**MEDELLIN**

**2013**

**REDISEÑO Y AUTOMATIZACION DE UNA RAMPA PARA CARGUE Y  
DESCARGUE EN LA EMPRESA NUTRESA S.A.S**

**POR**

**JOHAN STEVEN URREGO ROMERO**

**Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo mecatrónico**

**Asesor**

**MAURICIO VELASQUEZ MONTOYA**

**ING. DE CONTROL**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**TECNOLOGIA MECATRONICA**

**MEDELLIN**

**2013**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	9
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACION	11
3. OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVOS GENERALES	12
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
4. MARCO TEORICO	13
4.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	13
4.1.1 MISION	13
4.1.2 VISION	13
4.1.3 PRINCIPIOS	13
4.1.4 VALORES	13
4.1.4.1 Respeto	14
4.1.4.2 Pasión	14
4.1.4.3 Vocación	14
4.1.4.4 Orientación al logro	14
4.1.4.5 trabajo colaborativo	14
4.1.4.6 Gestión de la innovación y del conocimiento	14
4.2 ANTECEDENTES	14
4.3 BASE TEORICA	15

4.4 PRINCIPIOS DE LA HIDRAULICA	15
4.5 COMPONENTES HIDRAULICOS	32
4.6 BASES DE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	56
5. METODOLOGIA	66
6. DESARROLLO DEL TRABAJO	67
6.1 Delimitación	67
6.2 Propuesta	67
6.3 Establecidos	67
6.3.1 Cálculo 1	67
6.3.2 Cálculo 2	69
6.3.3 Volumen	69
6.4 Diseño de plano electrico e hidráulico	70
6.5 Simulación	73
7. Recursos	76
7.1 recursos humanos	76
7.2 recursos físicos	76
8. CONCLUSIONES	77
9. RECOMENDACIONES	78
ANEXOS	79
BIBLIOGRAFIA	83

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Valores recomendados para velocidades de flujo en tuberías de Sistemas hidráulicos.	32
Tabla 2. Valores comerciales.	73

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Comportamiento de la presión en un recipiente	18
Figura 2. Multiplicador de presión	18
Figura 3. Presión diferencial	19
Figura 4. Peso de una columna liquido	20
Figura 5. Comportamiento de un fluido en un recipiente	20
Figura 6. Fuerza de un fluido	21
Figura 7. Comportamiento de un fluido en una tubería	22
Figura 8. Comportamiento de las presiones de un fluido	23
Figura 9. Perdida de energía en un fluido	24
Figura 10. Flujo laminar	25
Figura 11. Flujo turbulento	25
Figura 12. Comportamiento de gases	27
Figura 13. Presión hidrostática	28
Figura 14. Presión hidrodinámica	29
Figura 15. Flujo en serie	30
Figura 16. Sistema hidráulico típico	33
Figura 17. Bomba de engranajes de dentado interior	35
Figura 18. Bomba de engranajes de dentado externo	36
Figura 19. Bomba de paletas	37
Figura 20. Bomba de tornillo	38

Figura 21. Bomba de pistones radiales	39
Figura 22. Bomba de pistones axiales	40
Figura 23. Motor de engranajes	41
Figura 24. Motor de pistones radiales	42
Figura 25. Motores de pistones axiales	43
Figura 26. Cilindro hidráulico	44
Figura 27. Cilindro simple efecto	45
Figura 28. Cilindro doble efecto	45
Figura 29. Cilindro de doble vástago	45
Figura 30. Cilindro telescópico	46
Figura 31. Cilindro tándem	47
Figura 32. Válvula antirretorno	49
Figura 33. Válvula limitadora de presión	50
Figura 34. Válvula de flujo	52
Figura 35. Bypass	53
Figura 36. Válvulas direccionales	55
Figura 37. Estructura interna válvula direccional	56
Figura 38. Resistencias	57
Figura 39. Circuito eléctrico básico	58
Figura 40. Esquema ley de kirchoff	60
Figura 41. Circuito serie	61
Figura 42. Circuito paralelo	62
Figura 43. Circuito mixto	63
Figura 44. Corriente alterna	64

Figura 45. Corriente continua	65
Figura 46. Plano electrico	70
Figura 47. Plano hidráulico	71
Figura 48. Plano del tanque	72
Figura 49. Simulación 1	73
Figura 50. Simulación 2	74
Figura 51. Simulación 3	75

## **INTRODUCCION**

En el siguiente trabajo se presenta el resultado del proceso de rediseño y de automatización de una rampa de cargue y descargue en la empresa Nutresa S.A.S, se presentaran todos los cálculos y todos los componentes necesarios para construir dicha rampa, además se realizara un estudio de resultados y un estudio económico sobre su costo y su valor de operación.

Este proyecto demostrara que tan importante es para la empresa realizar un cambio para no encontrarse atrasado con los avances tecnológicos que da la industria día a día, y para conservar el bienestar para sus trabajadores.

## **1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

En la empresa Nutresa S.A.S cuentan con un sistema mecánico para las plataformas de cargue y descargue, el cual es accionado por un resorte, pero para volver a llevarla a su estado inicial un operario debe pararse sobre ella, lo que conlleva a riesgos de seguridad en el personal.

La idea es retirar los elementos mecánicos y reemplazarlos por unidades de potencia hidráulicas (UPH) que a su vez sería comandada por un sistema de control eléctrico o un PLC (controles lógicos programables), que pueda ser operado remotamente por un operario.

## **2. JUSTIFICACION**

Para la empresa Nutresa S.A.S es muy importante garantizar la seguridad del personal y brindarle a este condiciones óptimas de trabajo, el sector de seguridad ocupacional es el encargado de eso y de reducir el riesgo a sufrir accidentes laborales, el hecho de volver la rampa de cargue y descargue de manera manual a sus condiciones iniciales conlleva al operario una serie de riesgos y altas probabilidades de accidentalidad, por lo cual es necesario cambiar el modo de accionamiento de dicho elemento por uno que pueda ser operado desde un lugar seguro y que cumpla con todos los requerimientos técnicos para realizar el proceso de forma confiable y eficiente.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERALES**

Diseñar el sistema de control para una plataforma con principios electrohidráulicos que va ser utilizada para cargue y descargue, y seleccionar cada uno de los componentes para su construcción.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Delimitar el problema y sus restricciones.
- Buscar posibles formas de solucionar el problema.
- Realizar los cálculos para seleccionar los componentes necesarios.
- Diseñar los planos electrico e hidráulicos, además de esto se diseñaran un plano de la unidad de potencia hidráulica con sus medidas.
- Realizar una simulación del proceso seleccionado y analizar los resultados.

## **4. MARCO TEORICO**

### **4.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

Comercial Nutresa es la nueva Compañía de Grupo Nutresa, diseñada como la plataforma y logística que se encarga de la venta y distribución de todos los productos de Noel, Compañía Nacional de Chocolates, Colcafé, Pastas doria, Pastas comarrico, Setas colombianas y la línea de enlatados de Alimentos Cárnicos y Zenú.

Nuestro gran objetivo es desarrollar una gestión comercial de manera especializada y focalizada en el sector de alimentos en Colombia, en beneficio de nuestros clientes para convertirnos en su mejor socio estratégico.

#### **4.1.1 MISION**

Somos un equipo humano apasionado por el cliente, entregándole con excelencia la mejor propuesta de valor y garantizando la visión de los negocios del Grupo Nutresa.

#### **4.1.2 VISION**

En el 2015 seremos el mejor socio para nuestros clientes.

#### **4.1.3 PRINCIPIOS**

Actuamos con rectitud con todos nuestros públicos relacionados:

- Consumidores y clientes
- Accionistas
- Colaboradores
- Proveedores
- Estado
- comunidad

#### **4.1.4 Valores**

- Respeto
- Pasión
- Vocación de servicio

- Orientación al logro
- Trabajo colaborativo
- Gestión de la innovación y del conocimiento

#### **4.1.4.1 Respeto**

Reconocemos y valoramos la diversidad, somos únicos y valiosos.

#### **4.1.4.2 Pasión**

Disfrutamos intensamente todo lo que hacemos, poniéndole el corazón y toda la energía al logro de nuestras metas y sueños.

#### **4.1.4.3 Vocación de servicio**

Actuamos con convicción para brindar soluciones cálidas y asertivas a nuestros clientes, generándoles experiencias memorables que superen sus expectativas.

#### **4.1.4.4 Orientación al logro**

Visualizamos y cumplimos los retos, logrando resultados alineados a la visión y a nuestros sueños.

#### **4.1.4.5 Trabajo colaborativo**

Estamos organizando alrededor de procesos, aportando experiencia, conocimientos y gestión, para cumplir nuestra visión.

#### **4.1.4.6 Gestión de la innovación y del conocimiento**

Buscamos permanentemente nuevas formas de hacer mejor las cosas, promovemos la cultura de innovación, la flexibilidad y velocidad para ser más competitivos.

### **4.2 ANTECEDENTES**

Desde la antigüedad los hombres utilizaron los recursos y leyes de la hidráulica para hacer sus desplazamientos en troncos y canoas por los ríos, aprovechando la flotabilidad de estos. Luego, valiéndose de las diferencias de altura del agua, accionaban ruedas para corte de madera, sistemas de bombeo, generación de energía y otros trabajos, aprovechando caídas de agua o energía potencial.

Más adelante con un posterior desarrollo de la hidráulica se realiza trabajo empujando con la energía de presión de un líquido confinado hasta llegar a las modernas aplicaciones actuales de válvulas de controles de dirección, presión, caudal, válvulas proporcionales y servo-válvulas que se combinan con la electrónica.

Todo esto ha sido posible gracias a la capacitación y divulgación permanente de los adelantos de la electro-hidráulica y a ensayos con fabricación de prototipos y en épocas recientes, con la utilización de bancos de entrenamiento y capacitación en la automatización industrial.

### 4.3 BASE TEORICA

Para poder llegar a automatizar el sistema para la plataforma requiere reunir conocimientos teórico-prácticos en terminología, conceptos físicos, eléctricos, componentes hidráulicos y aplicaciones prácticas que un tecnólogo puede encontrar en la industria en general.

Para una mejor interpretación de la terminología, conceptos y componentes hidráulicos que hacen parte de este trabajo, se hace a continuación una recopilación de los principios físicos y componentes de la hidráulica.

### 4.4 PRINCIPIOS DE LA HIDRAULICA

Enfrentando la mecánica tradicional con la hidráulica encontraremos ventajas de las cuales el hombre puede aprovechar, de los cuales debemos comprender los conceptos, las magnitudes, unidades y leyes de la mecánica de fluidos

Las magnitudes básicas y sus unidades según el sistema internacional de unidades (SI) son:

MAGNITUD		UNIDAD	
Longitud	[ <i>l</i> ]	metro	[ <i>m</i> ]
Masa	[ <i>m</i> ]	Kilogramo	[ <i>Kg</i> ]
Tiempo	[ <i>t</i> ]	Segundo	[ <i>s</i> ]

De los cuales podemos derivar para utilizar en la hidráulica:

MAGNITUD		UNIDAD	
Fuerza	[F]	Newton	[N]
Área	[A]	metro <sup>2</sup>	[m <sup>2</sup> ]
Volumen	[V]	metro <sup>3</sup>	[m <sup>3</sup> ]
Caudal	[Q]	metro <sup>3</sup> /segundo	[m <sup>3</sup> /s]
Presión	[P]	Pascal	[Pa]

**Fuerza.** De acuerdo con la ley de Newton 1Kg. masa afectado por la aceleración de la gravedad produce Kg. fuerza

$$F = m.a \quad (1) \qquad 1 \text{ kgf} = 1 \text{ kgm} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Según el (SI)  $1 \text{ N} = \frac{1 \text{ kgm.m}}{\text{s}^2}$

Luego:  $1 \text{ Kgf} = 9.81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$  para efectos de cálculo

**Presión.** Una de las dimensiones más importantes para nuestra área técnica es la presión que se define como la fuerza por unidad de área

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

Dónde:  $F$  = Fuerza [ N ó kgf ]

$p$  = Presión [ Pa ó kgf/cm<sup>2</sup> ]

$A$  = Área [ m<sup>2</sup> ó cm<sup>2</sup> ]

Según el SI, La presión debe expresarse en Pascal (Pa)

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (3)$$

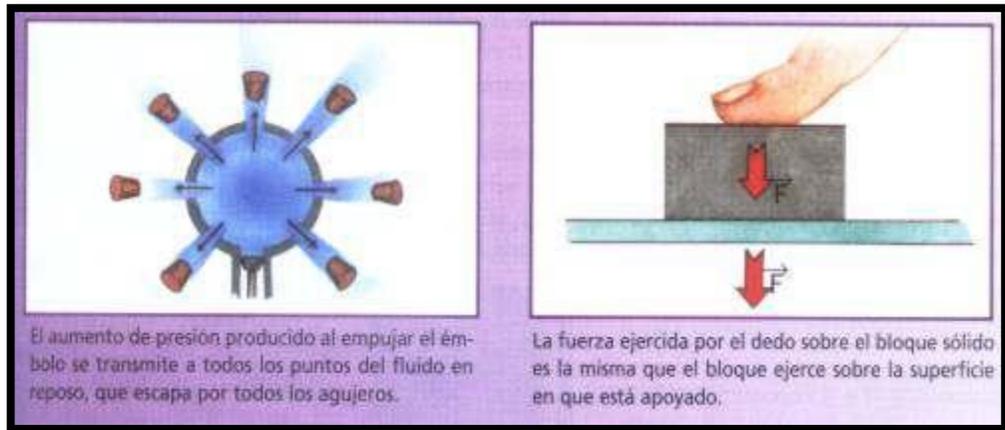
Como el Pascal resulta en cifras muy grandes se utiliza un múltiplo, la unidad (bar)

Además: 1 kgf/cm<sup>2</sup> = 1 Atmósfera = 0.98 bar.

Luego: 1 bar. = 10<sup>5</sup> Pa ≈ 1.02 kgf/cm<sup>2</sup> ≈ 10 m.c.a ≈ 1.02 atm = 14.5 psi

De acuerdo con la ley de Pascal si una fuerza se le aplica a un fluido confinado, la presión que se genera es igual en cualquier parte de la pared del depósito independiente de la forma de éste. Ver figura 1

**Figura 1. Comportamiento de la presión en un recipiente**

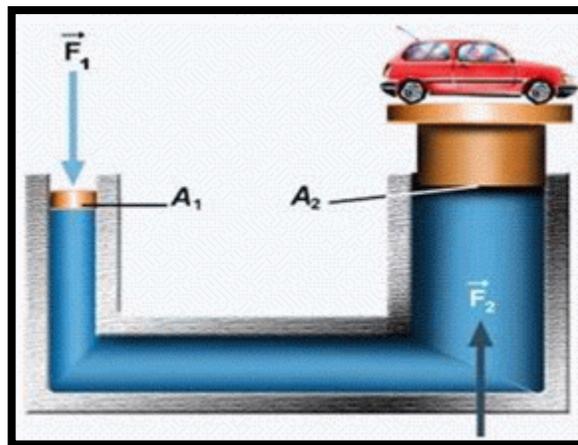


Fuente: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/principio01.htm>

Al aplicar una fuerza  $F_1$  sobre un área  $A_1$  se genera una presión  $P$ , que actuando sobre el área  $A_2$  produce fuerza  $F_2$  (ver figura 2) de acuerdo con la siguiente relación:

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

**Figura 2. Multiplicador de presión.**

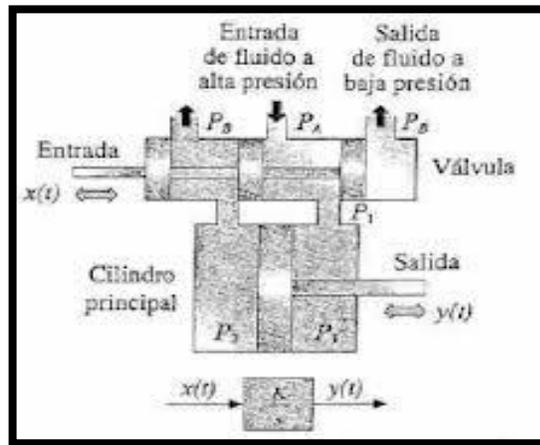


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos32/pascal-arquimedes-bernoulli/pascal-arquimedes-bernoulli.shtml>

Si analizamos los dos pistones unidos, indicados en la figura 3, donde la fuerza  $F_1$  es igual a  $F_2$  se da la relación:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

**Figura 3. Pistón diferencial**



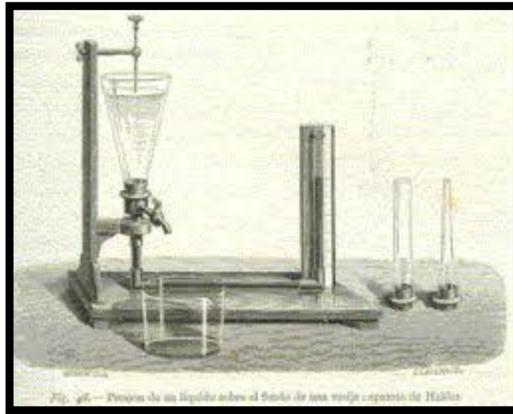
Fuente: <http://www.inevid.com/2013/02/amplificadores-hidraulicos.html>

Mientras las fuerzas sean iguales el sistema permanece estático. Si la fuerza  $F_1$  aumenta los pistones se desplazarán hacia la derecha y viceversa. Una columna de líquido mostrada en la figura 4 ejerce, por su propio peso, una presión sobre la superficie en que actúa.

La presión es función de la columna o cabeza ( $h$ ), de la densidad ( $\rho$ ), y la aceleración de la gravedad ( $g$ ) de modo que:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad (4)$$

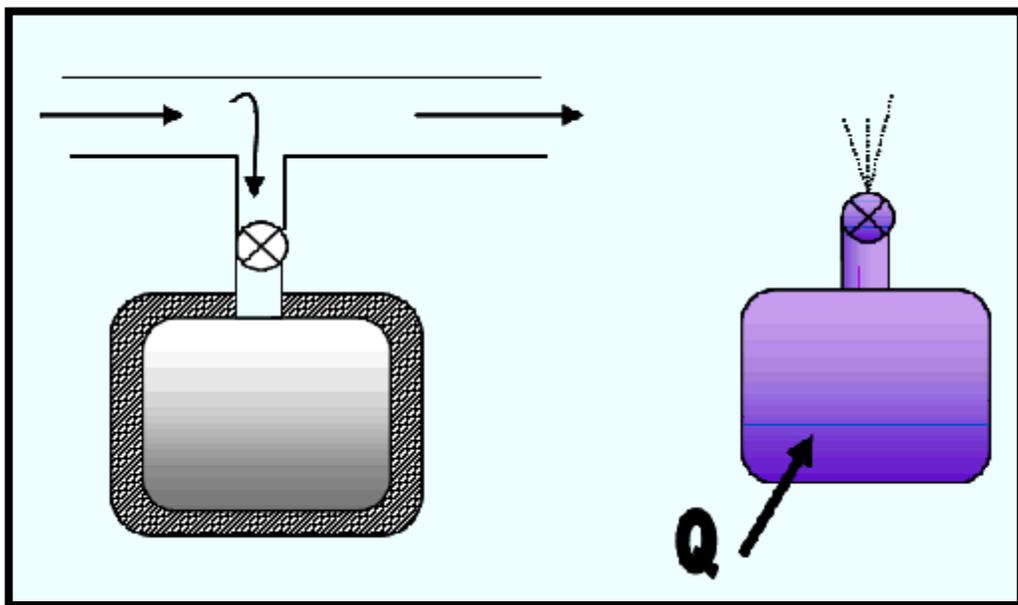
**Figura 4. Peso de una columna de líquido**



Fuente: [http://www.upct.es/seeu/as/divulgacion\\_cyt\\_09/Libro\\_Historia\\_Ciencia/web/aparato\\_d\\_e\\_haldat.htm](http://www.upct.es/seeu/as/divulgacion_cyt_09/Libro_Historia_Ciencia/web/aparato_d_e_haldat.htm)

La presión que genera la columna del líquido no depende de la forma del recipiente sino, como se indicó antes, de la altura (ver figura 5); y la fuerza del área que soporta la columna del líquido (ver figura 6)

**Figura 5. Comportamiento de n fluido en un recipiente**



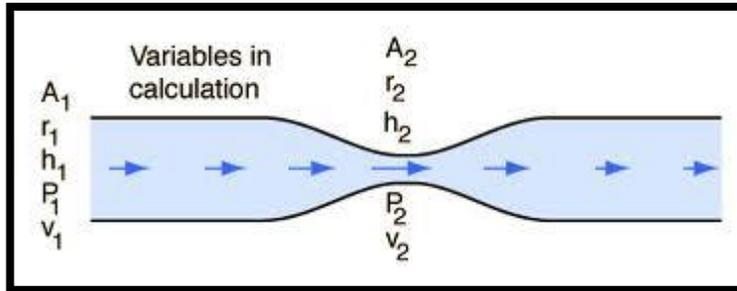
Fuente: [http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F\\_DE\\_T-74.htm](http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-74.htm)



Luego:  $Q = \frac{V.A}{t}$  y como velocidad  $v = \frac{S}{t}$

Obtenemos  $Q = v.A$

**Figura 7. Comportamiento de un fluido en una tubería**



Fuente: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/pber.html>

De la figura 7  $Q_1 = Q_2 = Q_3$

La ecuación de continuidad  $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = A_3 \cdot v_3$

**Ecuación de Bernoulli.** La energía en un flujo permanece constante, siempre que no haya intercambio con el exterior

La energía está compuesta por:

Energía potencial: Energía de posición

Energía de presión

Energía Cinética: Energía del movimiento

De acuerdo con lo anterior Bernoulli estableció la siguiente ecuación:

$$g.h + \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} = \text{cte} \quad (6)$$

En relación a la energía de presión es:  $P_t = P_{st} + \rho.g.h + \frac{\rho.v^2}{2}$

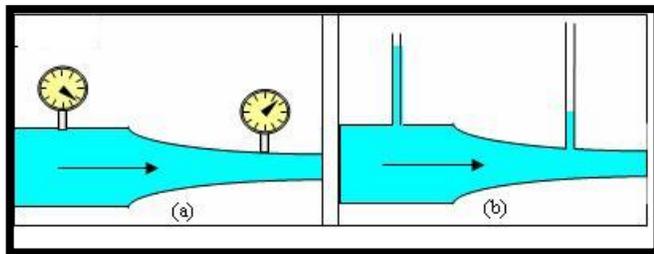
Dónde:  $P_t$  = Presión total  
 $P_{st}$  = Presión estática  
 $\rho.g.h$  = Presión de la columna  
 $\frac{\rho.v^2}{2}$  = Presión dinámica

Observando las ecuaciones de continuidad y de Bernoulli podemos decir que:

Cuando disminuye la sección aumenta la velocidad, por lo tanto, la energía cinética también aumenta y disminuye la energía de posición y la de presión.

La energía de posición varía en forma despreciable, por lo tanto, la presión estática varía en función de la presión dinámica como se observa en la figura 8.

**Figura 8. Comportamiento de las presiones de un fluido**

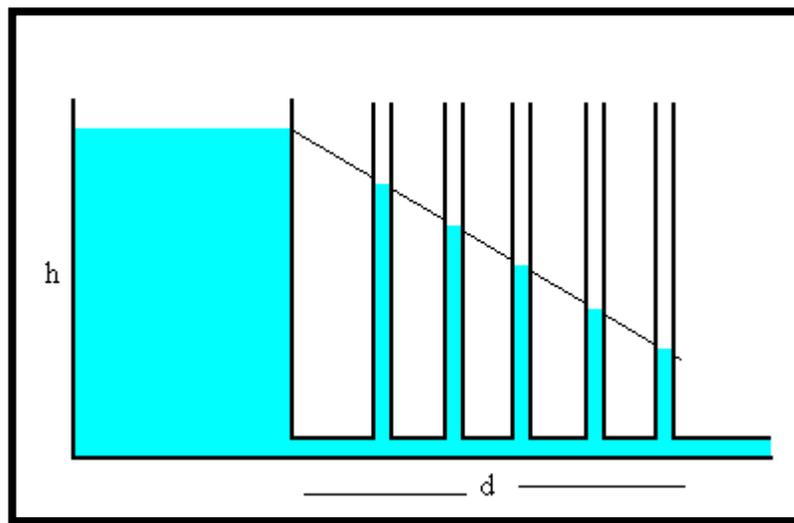


Fuente: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=133173>

En sistemas óleo-hidráulicos la presión estática es la que juega el papel más importante, en el cálculo las energías de posición y cinética se desprecian.

El líquido al fluir en un sistema produce calor por la fricción y se pierde energía térmica, significado pérdida de presión. Ver figura 9.

**Figura 9. Pérdida de energía en un fluido**



**Fuente:** <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/viscosidad/viscosidad.htm>

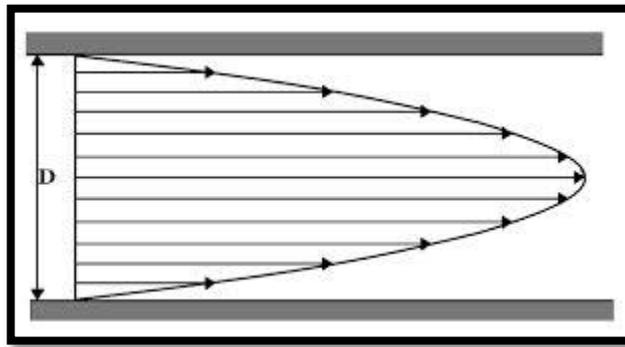
Las pérdidas en los sistemas dependen de:

- La longitud de la tubería
- Rugosidad de la tubería
- Cantidad de accesorios
- Sección de la tubería
- Velocidad del flujo
- La viscosidad del fluido

**Numero de Reynolds.** La sección de la tubería y la velocidad del fluido determinan el tipo de flujo

- **Flujo laminar.** El fluido se mueve en forma de capas que se deslizan ordenadamente. Ver figura10.

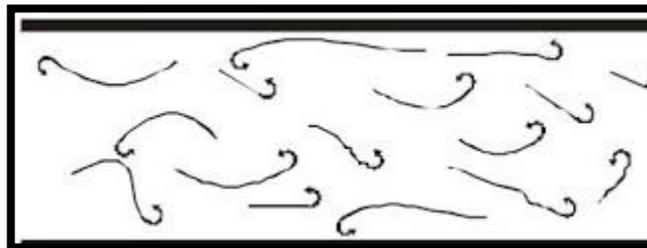
**Figura 10. Flujo laminar**



**Fuente:** <http://espeleogenesis.blogspot.com/2011/02/hidrodinamica-elemental-para.html>

**Flujo turbulento.** El fluido se mueve arremolinado cambiando la forma del flujo en forma desordenada. Ver figura 11.

**Figura 11. Flujo turbulento**



**Fuente:** [http://sebenwinds.blogspot.com/2008\\_10\\_01\\_archive.html](http://sebenwinds.blogspot.com/2008_10_01_archive.html)

El tipo de flujo se puede determinar por el número de Reynolds.

$$Re = \frac{v \cdot dH}{\mu} \quad (7)$$

Dónde:

- $v$  = Velocidad del flujo [m/s]
- $dH$  = Diámetro hidráulico, diámetro interior del tubo
- $dH = 4 \cdot A / U$
- $A$  = Área (m<sup>2</sup>)
- $U$  = Perímetro húmedo (m)
- $\mu$  = viscosidad cinemática [mm<sup>2</sup>/s]

$Re$  crítico  $\approx 2300$  es el punto donde el fluido cambia de laminar a turbulento.

Flujo laminar       $Re < Re$  crítico

Flujo turbulento       $Re > Re$  crítico

**Gases.** Como todos los gases el aire no tiene forma determinada. Toma la forma del recipiente que lo contiene, permite ser comprimido y tiene tendencia a dilatarse.

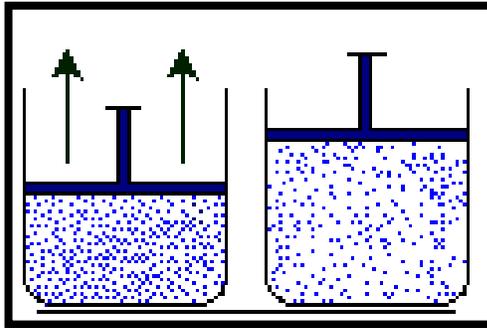
La ley que rige estos fenómenos es la de Boyle-Mariotte.

A temperatura constante, el volumen de un gas confinado en un recipiente es inversamente proporcional a la presión absoluta (Ver figura 12). de modo que:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

**Hidráulica.** La palabra hidráulica se deriva de la palabra "Hydor" que quiere decir "agua".

**Figura 12. Comportamiento de los gases**



**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos14/hidro-termodinamica/hidro-termodinamica2.shtml>

En general se entiende por hidráulica la transmisión y el control de fuerzas y movimientos mediante líquidos.

Se puede definir además, como un medio para transmitir potencia al empujar sobre un líquido confinado. El componente de empuje de entrada del sistema se denomina bomba y el empuje de salida actuador.

La mayoría de las bombas usadas en los sistemas hidráulicos están clasificadas como de desplazamiento positivo. Esto quiere decir que, excepto para cambios en eficiencia, el rendimiento de la bomba es constante sin importar la presión.

Cabe anotar que el sistema hidráulico no es una fuente de energía, la fuente de energía es el primer impulsor, es decir, el motor que es el que impulsa la bomba.

Como medios de transporte se utilizan generalmente aceites minerales, pero también se pueden utilizar fluidos sintéticos, agua y mezclas de aceite-agua.

Las instalaciones y elementos hidráulicos se encuentran en los siguientes campos de aplicación:

- Máquinas para plásticos
- Prensas

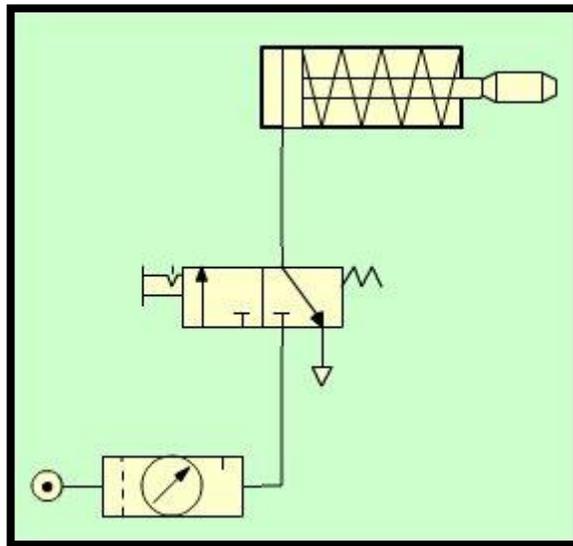
- Centrales hidroeléctricas
- Construcciones hidráulicas civiles
- Barcos
- Aviones
- Equipo Móvil
- Minería

El campo de la hidromecánica o mecánica de fluidos se divide en hidrostática, que es el manejo de carga (ver figura 13), y la hidrodinámica que es la utilización de la energía de un fluido en movimiento como se ilustra en la figura 14.

Las características especiales que destacan a la hidráulica son:

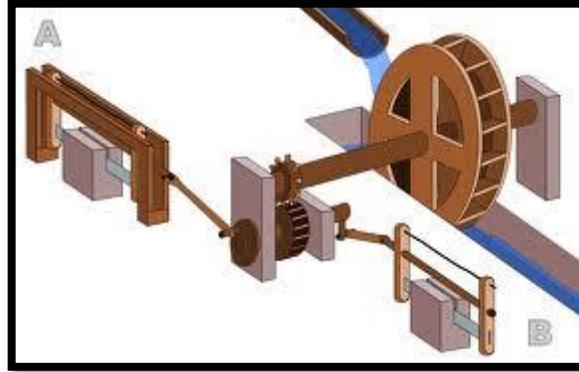
- Grandes fuerzas en reducidos espacios.
- Regulación continua de velocidad y fuerza.
- Obtención de movimientos extremadamente lentos.
- Presión máxima, 600 bar en aplicaciones especiales.
- Presión en la industria, 315 bar
- Velocidad máxima de un cilindro, 1 m/s

**Figura 13. Presión hidrostática**



Fuente: [http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web\\_neumatica/neumatica\\_indice.html](http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html)

**Figura 14. Presión hidrodinámica**



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica>

- **Potencia de un sistema hidráulico.** La potencia está definida como el trabajo realizado en un tiempo determinado, a su vez, trabajo está definido como la fuerza que se ejerce en una distancia.

En un sistema hidráulico el tiempo y la distancia (velocidad) se relacionan con el caudal (LPM) que fluye y la fuerza por la presión.

Es así como para la potencia del motor que impulsa la bomba hidráulica se calcula con la siguiente fórmula:

$$P[\text{Kw}] = \frac{Q_b \cdot P_{\text{máx}}}{600 \cdot \eta} \quad (8)$$

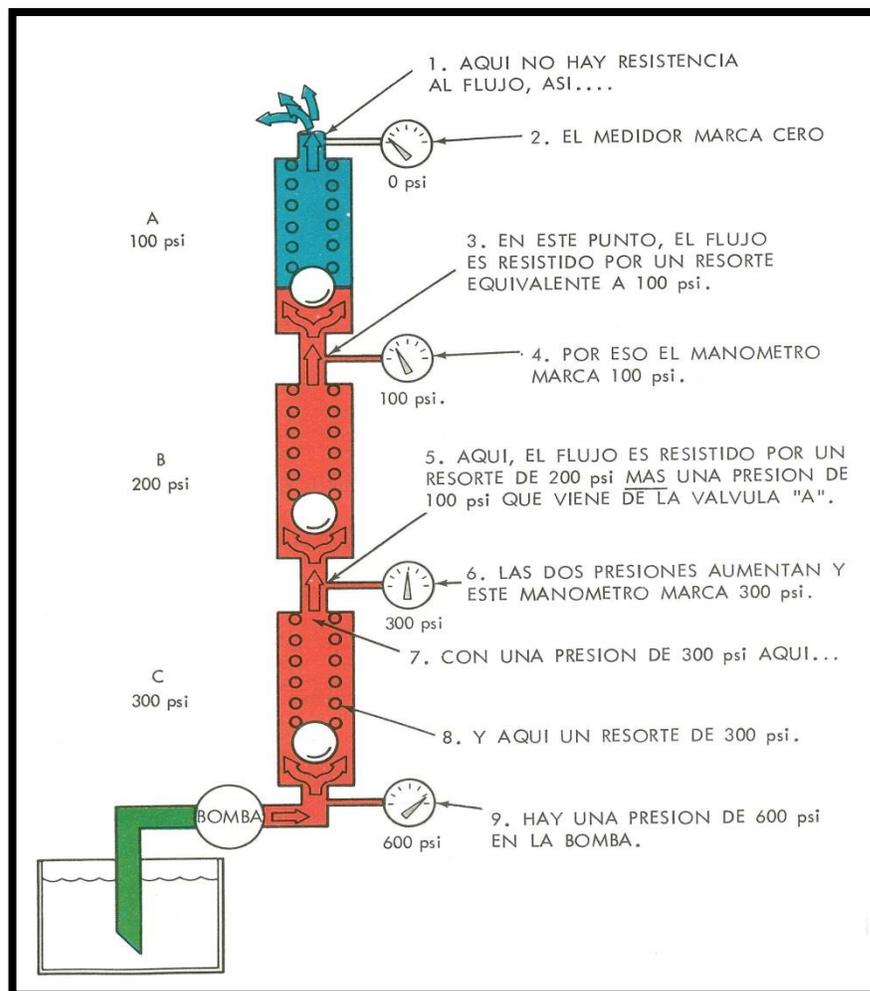
Dónde:  $Q_b$  : Caudal de la bomba, U/min [LPM]

$P_{\text{MAX}}$  : Presión máxima en el sistema, kgf/cm<sup>2</sup>

$\eta$  : Rendimiento total, = 0.85

- **Comportamiento de la presión en un sistema hidráulico con flujo en serie y en paralelo.** La presión se crea cuando el flujo encuentra resistencia. La resistencia puede venir de una carga en un actuador o una restricción u orificio en la tubería.
- ❖ **Flujo en serie.** Cuando las resistencias al flujo son conectadas en serie, la presión aumenta. La figura 15 muestra tres válvulas conectadas en serie. Los medidores de presión en las líneas indican la presión normalmente requerida para abrir cada válvula más la contrapresión de las válvulas de la corriente de abajo. La presión en la bomba es la suma de la presión requerida para abrir válvulas individuales.

**Figura 15. Flujo en serie**



- ❖ **Flujo en paralelo** una característica adherente de los líquidos es que toma el paso de menor resistencia. Así, cuando dos pasos paralelos ofrecen resistencias diferentes la presión solo aumentara a la cantidad requerida por el paso de menor resistencia
- ❖ **Velocidad en tuberías.** La velocidad a la que el fluido hidráulico fluye a través de las líneas es una consideración importante en el diseño por el efecto de la velocidad por la fricción.

La velocidad de flujo, el caudal y las características físicas del flujo influyen sobre la resistencia al flujo, relacionados a su vez con el tamaño de la tubería (diámetro).

Para determinar la potencia de accionamiento de la bomba es necesario calcular las pérdidas totales del flujo en el sistema. Para evitar que éstas pérdidas sean demasiado elevadas se debe seleccionar el mayor diámetro posible en las tuberías.

La siguiente ecuación se emplea para determinar el diámetro interior (mm) en tuberías.

$$d_i = 4,607 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Dónde: Q: caudal, L/min

v: velocidad media, m/s

**Tabla 1. Valores recomendados para velocidades de flujo en tuberías de sistemas hidráulicos**

Tubería de aspiración		Tubería de presión		Tubería de retorno
Viscosidad cinemática $\mu$ en $\text{mm}^2/\text{s}$	$v$ en m/s	Presión $p$ en bar	$v$ en m/s	$v$ en m/s
150	0.6	25	2.5 bis 3	1.7 bis 4.5
100	0.75	50	3.5 bis 4	
50	1.2	100	4.5 bis 5	
30	1.3	200	5 bis 6	
		> 200	6	
<b>Con <math>v = 30</math> hasta <math>150 \text{ mm}^2/\text{s}</math></b>				

La velocidad media utilizada en la ecuación anterior debe determinarse de acuerdo con criterios tanto económicos, como técnicos. La tabla 1 muestra valores de referencia para la elección de la velocidad media, extraídos de valores normativos alemanes y norteamericanos.

#### **4.5 COMPONENTES HIDRAULICOS**

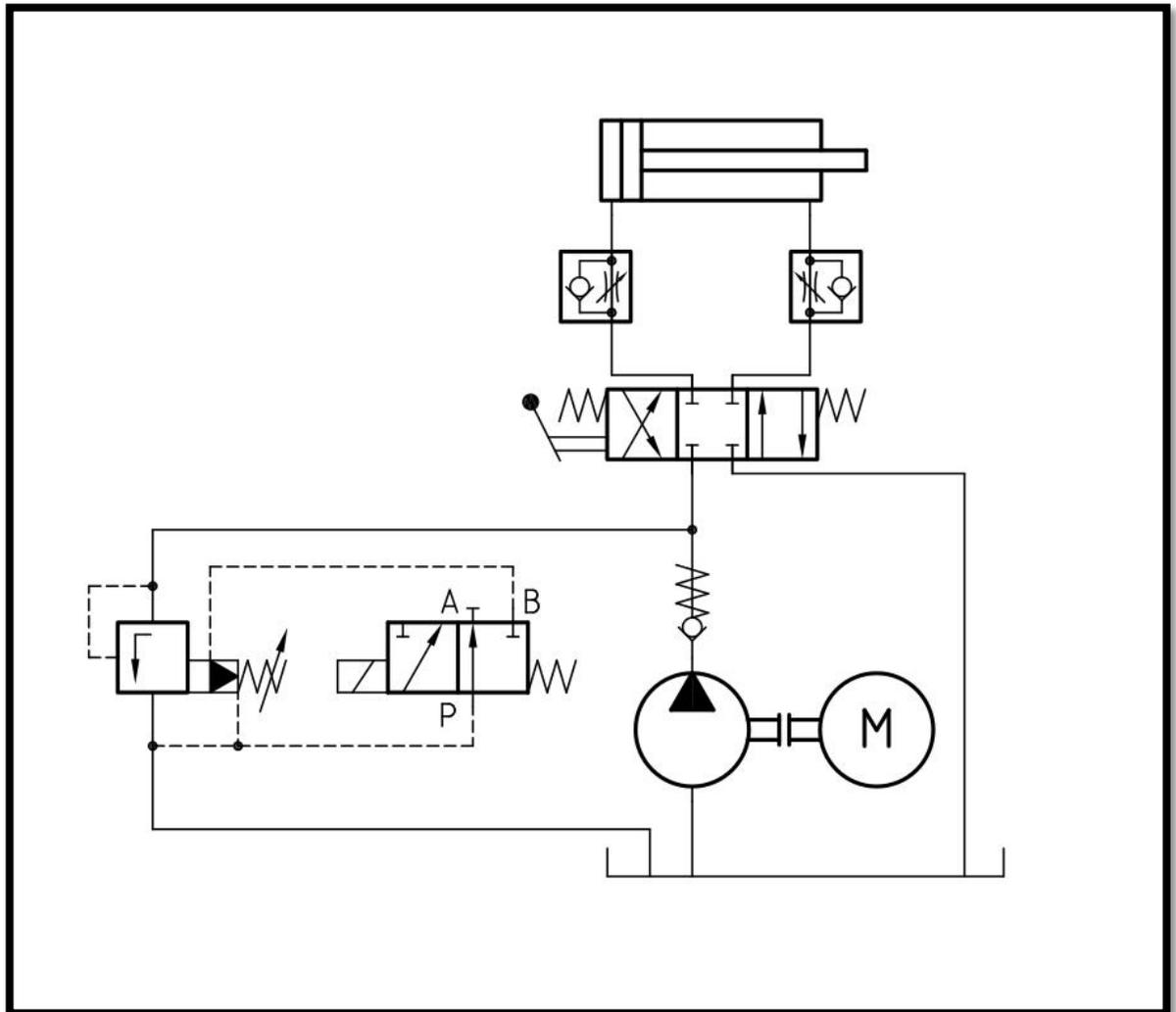
La tecnología hidráulica está en una fase muy desarrollada si la comparamos con la tecnología neumática. A pesar de ello, continuamente se siguen desarrollando nuevos componentes, con mejores calidades y cualidades

Los elementos o componentes que acostumbran a llevar las instalaciones hidráulicas son: la bomba hidráulica, el motor hidráulico, el depósito, diversas clases de válvulas, cilindros o mal llamados pistones, filtros, acumuladores, manómetros, termómetros, termostatos, detectores y visualizadores de nivel de fluido, refrigeradores, calentadores y caudalímetros.

Después tendríamos diverso material, no menos importante, como pueden ser los racores que se emplean, los diversos tipos de tuberías y los diferentes tipos de aceites utilizados como fluido.

En la siguiente figura se refleja uno de los esquemas típicos de la hidráulica, contando con los componentes y descripción de cada uno de los componentes que se utilizan en un diagrama o circuito hidráulico.

**Figura 16. Sistema hidráulico típico**



**Fuente:** <http://areamecanica.wordpress.com/2012/05/21/cuaderno-de-hidraulica-diseno-basico-de-una-central-hidraulica-inactividad-del-circuito-hidraulico/>

- **Aceite hidráulico.** El aceite o fluido hidráulico es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Generalmente los fluidos hidráulicos son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico industrial cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellador, y medio de transferencia térmica. Además debe de maximizar la potencia y eficiencia minimizando el desgaste del equipo.

- **Propiedades de los fluidos hidráulicos.**

- ❖ Viscosidad apropiada
- ❖ Variación mínima de viscosidad con la temperatura
- ❖ Estabilidad frente al cizallamiento
- ❖ Baja compresibilidad
- ❖ Buen poder lubricante
- ❖ Inerte frente a los materiales de juntas y tubos
- ❖ Buena resistencia a la oxidación
- ❖ Estabilidad térmica e hidrolítica
- ❖ Características anticorrosivas
- ❖ Propiedades antiespumante

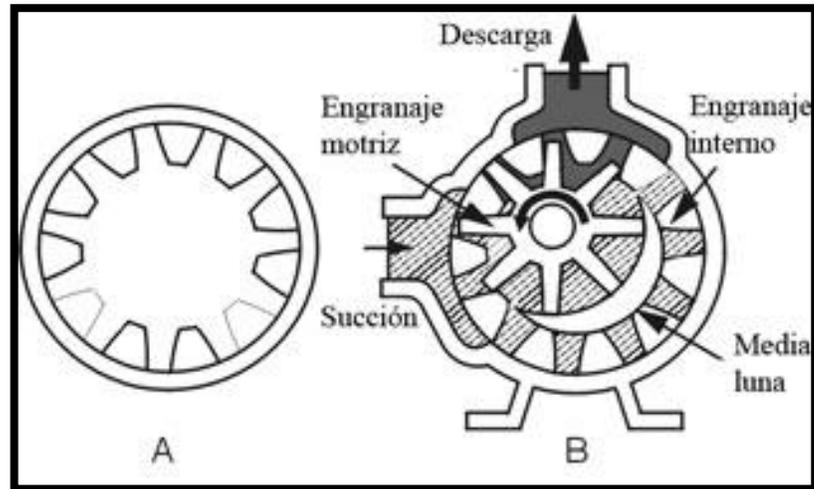
- **Bombas y motores hidráulicos.** En este acoplamiento se encuentra como se transforma un movimiento en un caudal y presión para un fluido.

- **Tipo de bombas.**

**Bombas de engranajes interno.** La bomba de engranajes de dentado interior tiene dos engranajes, uno pequeño de dentado exterior, que es el impulsor, que engrana interiormente en un engranaje de dentado interior. El espacio que queda en la zona que los engranajes no engranan es ocupado por una media luna. La conexión de succión queda en la zona que los engranajes se desengranan originando las cámaras que transportarán el fluido entre los espacios de los dientes y la media luna hasta la zona donde los dientes de desengranan.

Desplazamientos desde 2 cm<sup>3</sup>/rev. hasta 500 cm<sup>3</sup>/rev. Presiones hasta 420 bar.

**Figura 17. Bomba de engranajes de dentado interior**



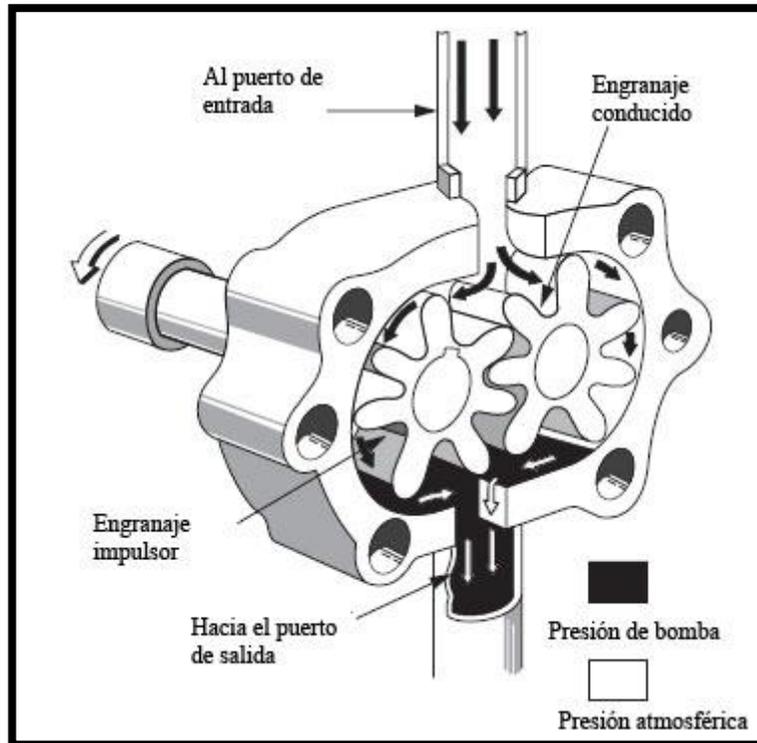
**Fuente:** [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica9.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm)

**Bombas de engranaje externo.** Lo que sucede es el origen de un vacío en la aspiración cuando se separan los dientes, por el aumento del volumen en la cámara de aspiración. En el mismo momento los dientes se van alejando, llevándose el fluido en la cámara de aspiración.

La impulsión se origina en el extremo opuesto de la bomba por la disminución de volumen que tiene lugar al engranar los dientes separados.

El tipo de bomba más utilizado son las de engranajes rectos, además de las helicoidales y behelicoidales. En condiciones óptimas estas bombas pueden llegar a dar un 93% de rendimiento volumétrico.

Figura 18. Bomba de engranajes de dentado externo

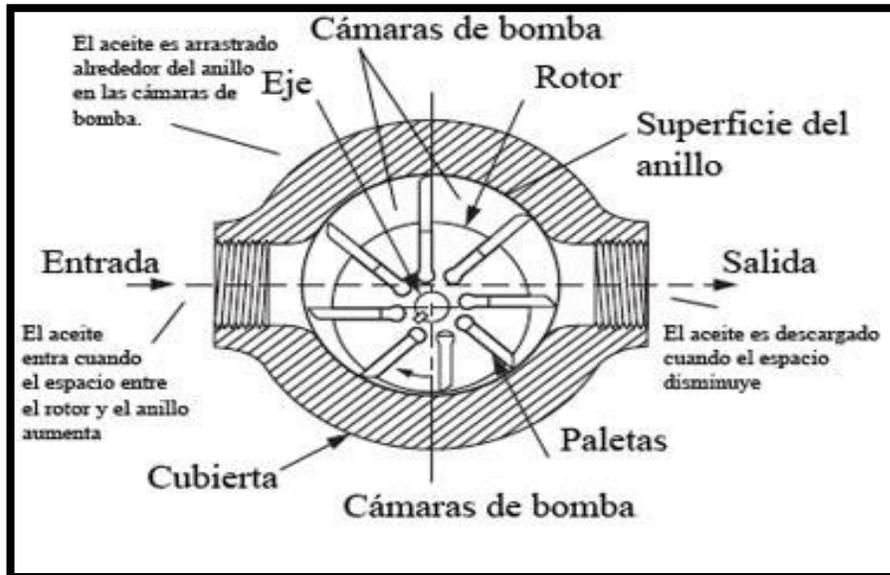


Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica9.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm)

**Bomba de paletas.** Se compone de un cuerpo de bomba cilíndrico, en cuyo interior se mueve un rotor excéntrico, ranurado diametralmente, que es arrastrado por el motor. En la ranura hay dos paletas deslizantes, una encargada de aspirar el aceite que llega por el tubo de entrada, mientras que la otra expulsa a presión el aceite recogido por el tubo de salida.

Las bombas de paletas cubren la zona de caudales pequeños y medios con presiones de funcionamiento hasta 3000 psi (206,82 bar) (20.682,00 kpa) Son fiables, de rendimiento elevado, y de fácil mantenimiento. Además, tienen un bajo nivel sonoro y una larga duración.

Figura 19. Bombas de paletas

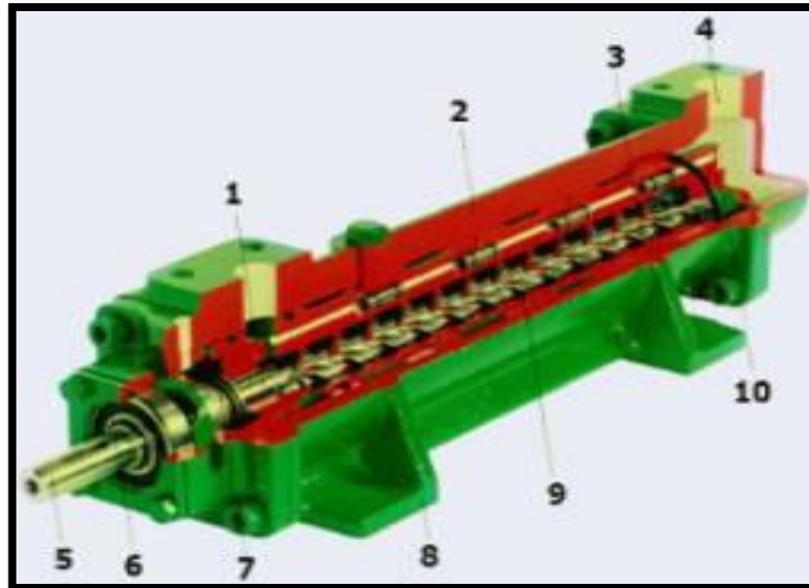


Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica9-A.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9-A.htm)

**Bomba de tornillos o helicoidales.** Las bombas de tornillo son un tipo especial de bombas rotatorias de desplazamiento positivo y su flujo es independiente de la presión.

1. Pistón de acero endurecido, evita los efectos de fuerzas axiales.
2. Carcaza del tornillo helicoidal.
3. Tornillos helicoidales conducidos.
4. Entrada rotativa en pasos de 90 grados para una conexión fácil a la tubería.
5. Flecha de accionamiento de la bomba de tornillo.
6. Cojinete externo, permanentemente engrasado.
7. Sello mecánico para mantener la hermeticidad interior.
8. Soportes de la bomba de tornillo.
9. Tornillo helicoidal principal de acero endurecido.
10. Rotor balancín, evita cargas axiales.

Figura 20. Bomba de tornillo



Fuente: <http://www.quiminet.com/articulos/las-bombas-de-tornillo-o-de-rosca-26743.htm>

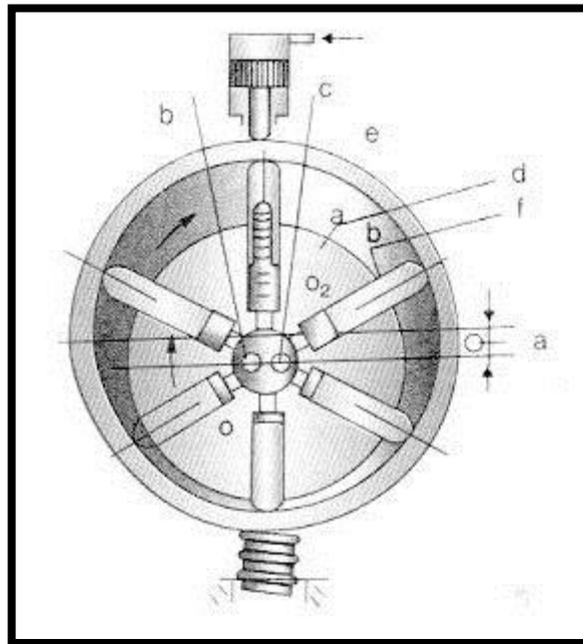
### Principales características de las bombas de tornillo

En la gran variedad de las bombas de tornillo encontramos las siguientes características:

- Son un tipo de bomba hidráulica de desplazamiento positivo.
- Pueden estar provistas de camisas de calefacción o refrigeración.
- Funcionan en todo régimen de revoluciones.
- Prácticamente libre de pulsaciones y vibraciones.
- Bajísimos niveles sonoros.
- Mínima agitación del fluido por su transporte axial en cámaras estancas.
- Manejan todo tipo de fluidos:
  - o Lubricantes y no lubricantes.
  - o De viscosidad baja, media o alta.
  - o Agresivos o neutros.

**Bomba de pistones radiales.** La bomba de pistones radiales está constituida por una serie de pistones dispuestos radialmente en una carcasa, los que impulsan el fluido del cilindro a través de una válvula de descarga al ser accionados por una excéntrica y succionan el fluido al cilindro al devolverse los pistones siguiendo la excéntrica por la acción de resortes. Estas bombas se caracterizan por desarrollar elevadas presiones y el caudal que proporcionan es pulsante.

**Figura 21. Bomba de pistones radiales**

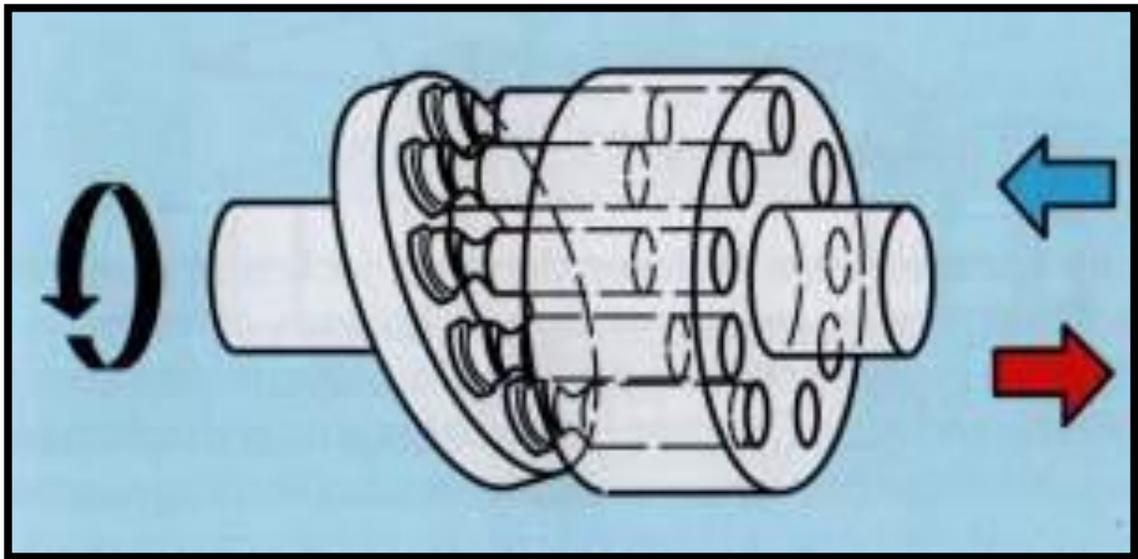


**Fuente:** [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica7.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica7.htm)

**Bomba de pistones axiales.** Las bombas de pistones axiales son de tipo volumétrico, es decir, generan un cierto caudal de aceite en cada rotación completa de la misma. Su principio de funcionamiento es simple a la vez que ingenioso, está basado en el movimiento axial, paralelo al eje de la bomba, producido por un pistón dentro de su alojamiento o cilindro en cada rotación de la bomba. Este desplazamiento se consigue mediante el deslizamiento de la base del pistón sobre una placa que permanece inclinada mientras el pistón gira, solidario con el eje de la bomba, alrededor del centro de la placa.

El fluido a bombear llega a la bomba por el lado de baja presión que no es más que aquel sector en el que los pistones realizan la aspiración y es transportado hacia el lado de alta presión. Para aumentar la eficiencia de la bomba, suministrando más volumen por vuelta, la bomba se compone no de uno si no de varios pistones que simultáneamente bombean el fluido hidráulico en cada vuelta de la misma.

**Figura 22. Bomba de pistones axiales**



**Fuente:** <http://areamecanica.wordpress.com/2012/04/12/ingenieria-mecanica-bomba-de-caudal-variable-de-pistones-axiales/>

- **Tipo de motores.**

**Motores de engranaje.** Un motor de engranajes es un tipo de motor eléctrico. Como todos los motores eléctricos, usa el magnetismo producido por una corriente eléctrica que gira un rotor que está conectado a un eje. La energía es transferida desde el rotor al eje y luego es usada para darle energía a un dispositivo conectado.

En un motor de engranajes, la energía de salida es usada para girar una serie de engranajes integrados en un mismo tren. Hay numerosos tipos de motores de engranajes, pero los más comunes son los AC (de corriente alterna) y los DC (de corriente directa).

En un motor de engranajes, la corriente magnética (que puede ser producida tanto por magnetos permanentes o por electro magnetos) hacen girar los engranajes que están tanto en una unidad reducida o en una caja integrada de engranaje. Un segundo eje está conectado a estos engranajes.

El resultado es que los engranajes aumentan enormemente la cantidad de torsión al mismo tiempo que el motor es capaz de producir simultáneamente una reducción de la velocidad de salida del motor. El motor no necesita extraer tanta corriente para funcionar y se moverá más lentamente, pero entregará mayor torsión.

**Figura 23. Motor de engranaje**

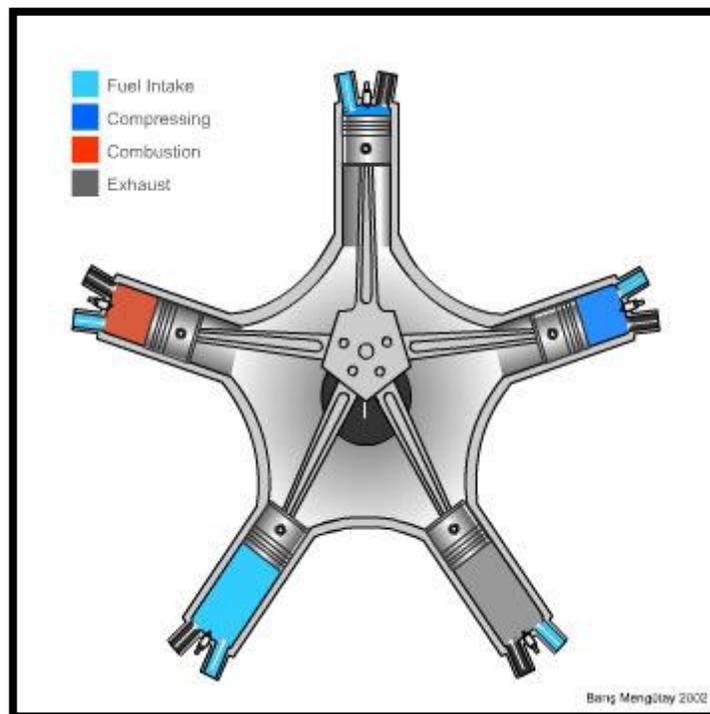


**Fuente:** [http://www.pedro-roquet.com/es\\_ES/productos/bomba-de-engranajes-hidraulica](http://www.pedro-roquet.com/es_ES/productos/bomba-de-engranajes-hidraulica)

**Motores de pistones radiales.** En este motor los pistones van conectados por un mecanismo de biela manivela, distinto de los motores en línea.

Uno de los pistones está conectado a una biela más grande que las demás, llamada biela principal, que a su vez está conectada directamente con el cigüeñal. Los otros pistones están conectados a bielas más pequeñas que están conectadas a la biela principal o biela maestra. Al conjunto de pistones, biela maestra y bielas secundarias se le conoce como estrella. El número de pistones de una estrella es generalmente impar, pues así el orden de encendido minimiza las vibraciones.

**Figura 24. Motor de pistones radiales**

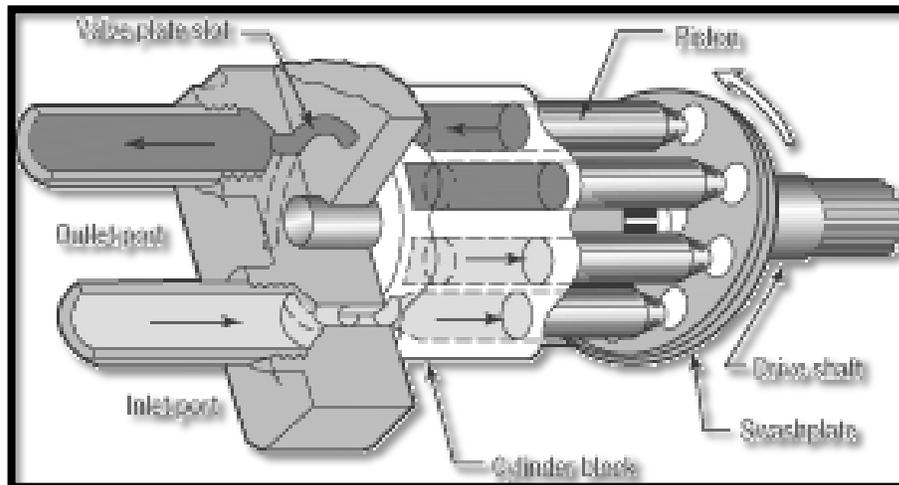


**Fuente:** <http://todo-sobretecnologia.blogspot.com/2011/12/motor-radial-o-de-estrella.html>

**Motores de pistones axiales.** Los pistones van dispuestos en la dirección del eje del motor. El líquido entra por la base del pistón y lo obliga desplazarse hacia fuera. Como la cabeza del pistón tiene forma de rodillo y apoya sobre una superficie inclinada, la fuerza que ejerce sobre ella se descompone según la dirección normal y según la dirección tangencial a la superficie.

Esta última componente la obligará a girar, y con ella solidariamente, el eje sobre la que va montada. Variando la inclinación de la placa o el bascula miento entre el eje de entrada y salida se puede variar la cilindrada y con ella el par y la potencia.

**Figura 25. Motores de pistones axiales**



**Fuente:** <http://industriautomotrizdevenezuela.com/blog/2009/03/20/camiones-hibridos-hidraulicos-hydraulic-hybrid-trucks/>

- **Cilindros hidráulicos.** Los cilindros hidráulicos (también llamados motores hidráulicos lineales) son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal, es decir, que convierte la potencia fluida a lineal, o en línea recta, fuerza y movimiento.

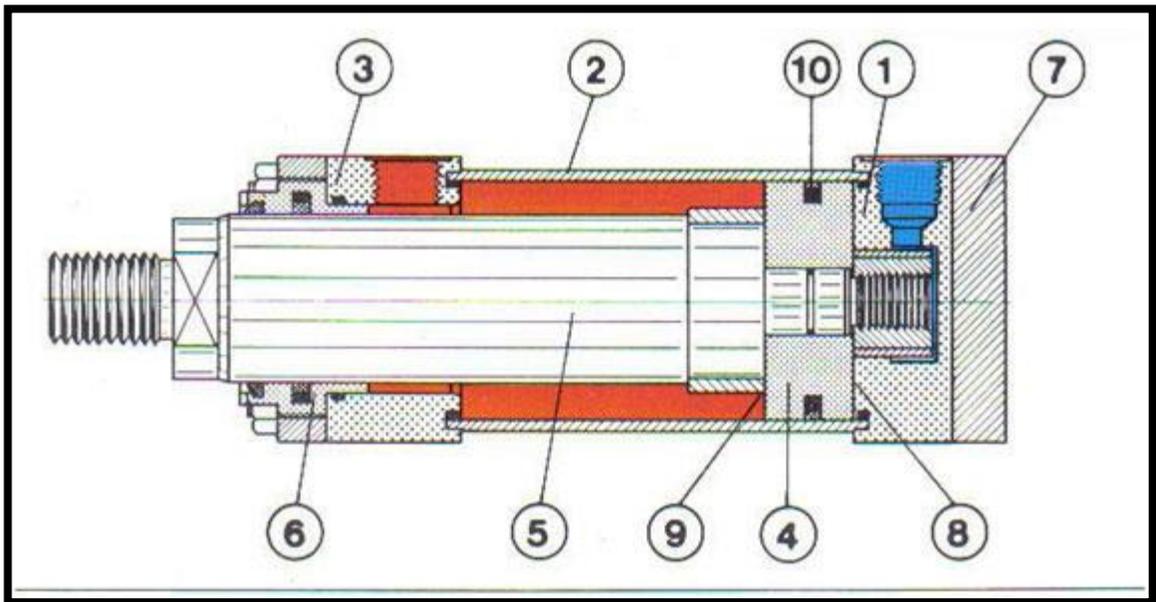
La presión del fluido determina la fuerza de empuje del cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. El cilindro hidráulico consiste en un émbolo o pistón conectado a un vástago operando dentro de un tubo cilíndrico comúnmente llamado camisa.

Este tipo de cilindros se utilizan normalmente para aplicaciones que requieran funciones tanto de empuje como de tracción.

Partes de un cilindro hidráulico:

1. Pie del cilindro (culata)
2. Camisa
3. Cabezal
4. Émbolo (pistón)
5. Vástago
6. Buje guía
7. Brida de fijación
8. Cámara trasera
9. Cámara delantera
10. Juntas (empaques)

Figura 26. Cilindro hidráulico



Fuente: <http://www.lbservice.com.ar/index.php/news/main/4/event=view>

**Cilindro simple efecto.** Este tipo de cilindro puede ser de empuje o tracción. El retorno del vástago se realiza mediante la fuerza de la gravedad, el peso de una carga o por medio de un muelle.

Es costumbre encontrar en este cilindro un orificio para que la cámara no se llene de aire.

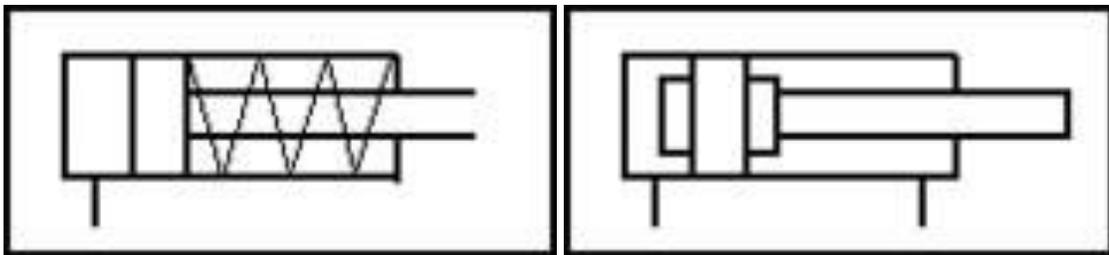
**Cilindro doble efecto.** En este tipo de cilindro tenemos dos orificios que hacen de entrada y salida de fluido, de manera indistinta. Incluso pueden llevar de fabricación válvulas para regular la velocidad de desplazamiento del vástago.

Suelen ir acompañados de válvulas distribuidoras, reguladoras y de presión en su montaje en la instalación hidráulica.

Tiene dos cámaras, una a cada lado del émbolo. En el émbolo es donde va sujeto el vástago o pistón; y es el que hace que se desplace el vástago de un lado a otro según le llegue el fluido por una cámara u otra.

El volumen de fluido es mayor en el lado contrario al vástago, esto repercute directamente en la velocidad del mismo, haciendo que la velocidad del retorno del vástago sea algo mayor que en su desplazamiento de salida.

**Figura 27. Cilindro simple efecto      Figura 28. Cilindro doble efecto**



Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/sim-cilindros.html>

Los cilindros de doble efecto pueden ser cilindros diferenciales y de doble vástago ver figura 27.

**Figura 29. Cilindro de doble vástago**

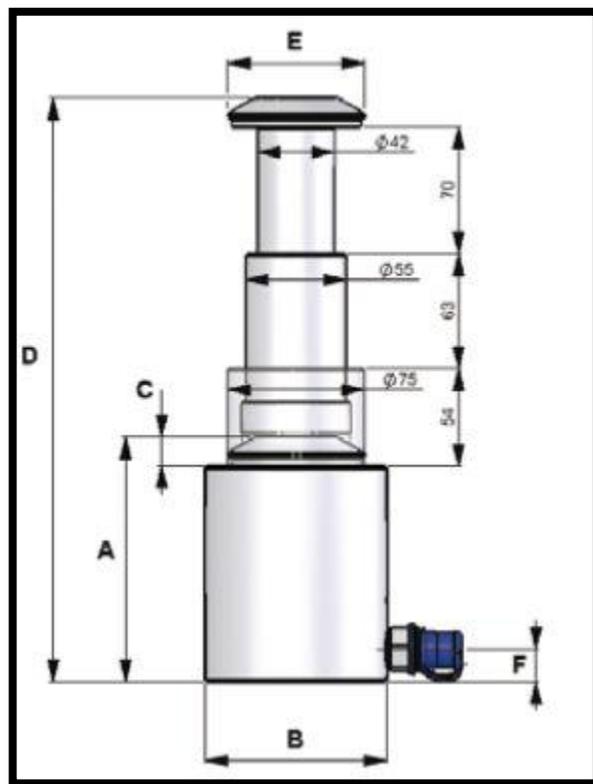


Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/sim-cilindros.html>

La carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro. Se genera un impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del pistón cuando el líquido entra en este.

**Cilindro telescópico.** La barra de tipo tubo multietápico es empujada sucesivamente conforme se va aplicando al cilindro aceite a presión. Se puede lograr una carrera relativamente en comparación con la longitud del cilindro.

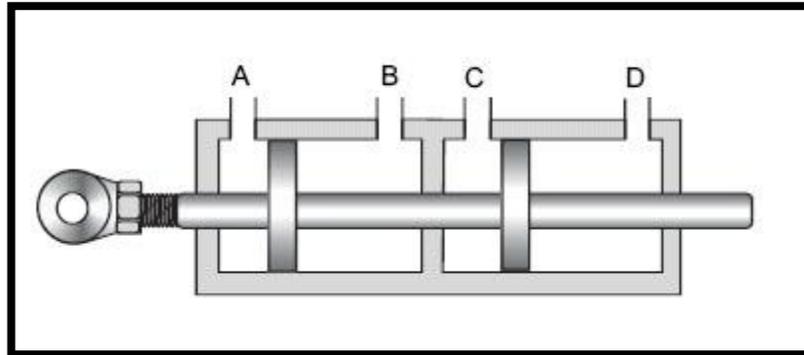
**Figura 30. Cilindro telescópico**



**Fuente:** <http://www.directindustry.es/prod/powertools-sweden-ab/cilindros-telescopicos-hidraulicos-simple-efecto-23392-1193929.html>

**Cilindro tándem.** Son cilindros de doble efecto en versión tándem, es decir, dos cilindros unidos de modo que el vástago del primero presione el pistón del segundo para obtener grandes fuerzas con diámetros pequeños y sin aumentar la presión.

**Figura 31. Cilindro tándem**



**Fuente:** [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica22-A.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22-A.htm)

#### Ventajas

- Normalmente la forma de montaje es sencilla y es fácil ubicarlo en la máquina.
- Al no haber conversión de movimiento rotatorio a lineal, este posee buen rendimiento.
- La fuerza del [cilindro](#) es constante desde principio hasta su final de carrera
- La velocidad, la cual depende de la cantidad de flujo de entrada, también permanece constante en toda su longitud de carrera.
- Un cilindro puede producir fuerzas tanto de tensión como de compresión.
- En cuanto al dimensionamiento del cilindro, se pueden construir elementos relativamente pequeños que pueden generar accionamientos de gran potencia.
- Aplicaciones más frecuentes
- Elevación de cargas
- Descenso de cargas
- Bloqueo de cargas
- Desplazamiento de cargas

**Válvula de cierre.** Las válvulas de bola ofrecen muy buena capacidad de cierre y son prácticas porque para abrir y cerrar la válvula es tan sencillo como girar la manivela 90°. Se pueden hacer de 'paso completo', lo que significa que la apertura de la válvula es del mismo tamaño que el interior de las tuberías y esto resulta en una muy pequeña caída de presión.

Otra característica principal, es la la disminución del riesgo de fuga de la glándula sello, que resulta debido a que el eje de la válvula solo se tiene que girar 90°.

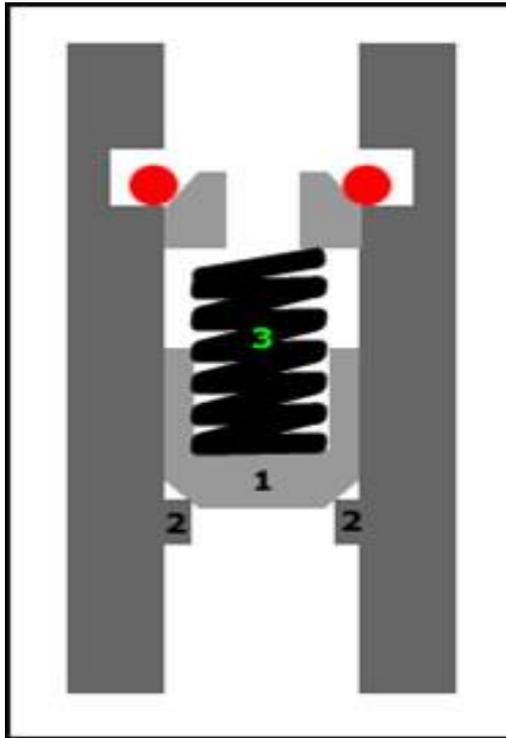
Cabe señalar, sin embargo, que esta válvula es para uso exclusivo en la posición totalmente abierta ó cerrada. Esta no es adecuada para su uso en una posición de apertura parcial para ningún propósito, tal como el control de caudal.

La válvula de bola hace uso de un anillo suave conformado en el asiento de la válvula. Si la válvula se utiliza en posición parcialmente abierta, la presión se aplica a sólo una parte del asiento de la válvula, lo cual puede causar que el asiento de la válvula se deforme. Si el asiento de la válvula se deforma, sus propiedades de sellado se vulneran y esta fugará como consecuencia de ello.

**Válvula antirretorno.** También llamadas válvulas de cierre. La función de éstas válvulas es la de permitir la circulación de fluido en un sentido y de cerrar el paso del fluido en sentido contrario. El funcionamiento de estas válvulas puede llegar a ser bastante complejo, dependiendo si están pilotadas o no.

El pilotaje se realiza mediante presión en una de las entradas, por donde el fluido pasa y presiona un pequeño pistón denominado pistón de mando. Dicho pistón de mando deja pasar u obstruye la libre circulación del fluido, dependerán del diseño de la válvula.

Figura 32. Válvula antirretorno



Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/cierre-hidra.html>

- **Antirretorno simple.** Estas válvulas son las típicas que dejan pasar el fluido en un sentido, pero impiden el paso en el sentido contrario. El cierre lo realiza un cono o una bola. Se montan verticalmente para el propio peso facilite la obstrucción.
- **Antirretorno con muelle.** Son idénticas a las anteriores, pero se les añade un muelle.
- **Antirretorno pilotado sin drenaje.** Son válvulas de seguridad contra pérdidas de fluido y rupturas de mangueras. En este tipo de válvula el fluido si puede circular en sentido contrario, para ello el pistón de mando (pilotaje) debe recibir cierta cantidad de presión.
- **Antirretorno pilotado con drenaje.** El funcionamiento y la funcionalidad es la misma que la explicada en la válvula anterior. La única diferencia estriba en que dispone de un drenaje adicional.

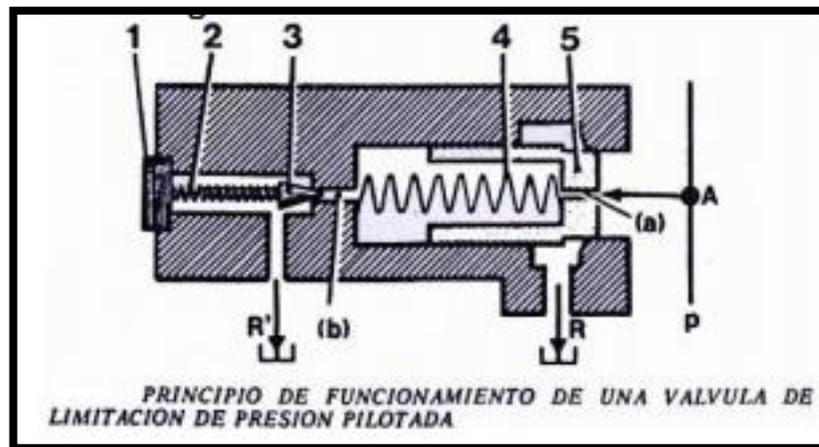
- **De prellenado.** Son usadas para el prellenado de grandes cilindros y se cierran cuando se alcanza cierta cantidad de presión.
- **Doble antirretorno.** Estas válvulas son usadas para cerrar el paso durante largo tiempo a otros consumidores de la misma instalación.

**Válvulas de presión.** Son válvulas de seguridad que evitan la rotura de órganos mecánicos e hidráulicos. Estas válvulas se llaman “normalmente cerradas”. Son o bien de acción directa, o bien pilotadas y están siempre montadas en derivación. Su tubo de drenaje puede ser interno o externo. Por lo general son regulables.

**Válvulas de acción directa.** Estas válvulas son de muchos tipos. Las más sofisticadas, montadas en los circuitos de potencia, permiten un caudal máximo de salida de 150 litros /minuto, bajo una presión de apertura de 200 bar. Sin embargo, es aconsejable utilizarlas para aplicaciones de potencia más modestas para reducir el calentamiento del fluido. Estas válvulas aseguran igualmente y con muy buen rendimiento, la protección de los receptores.

**Válvulas de limitación de presión pilotadas.** Una válvula de limitación de presión pilotada puede estar constituida según se indica en la figura 31.

**Figura 33. Válvula limitadora de presión pilotada**



**Fuente:** <http://3.bp.blogspot.com/EGjwe3S4fbs/UCQf5bHJOCI/AAAAAAAABLU/TmnwJHQh7JI/s1600/valv+limitadora+presion+pilot.png>

Los niveles de presión corresponden a un resorte determinado y están estandarizadas para 25, 50, 100, 200, 315, 400 y 630 bar.

A medida que aumenta el caudal, como consecuencia del espacio reducido para el resorte regulador, la posibilidad de válvulas de mando directo dificulta el manejo de grandes asientos y grandes resortes.

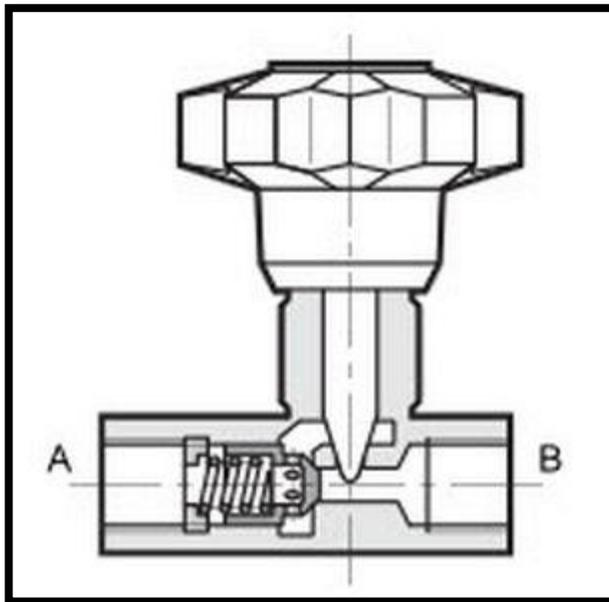
Cuando la presión en el sistema (A) es mayor que la tarada en el resorte (5), fluye líquido a través de la válvula piloto hacia el tanque. Se produce una caída de presión que permite al émbolo desplazarse hacia arriba, un gran caudal fluye hacia el tanque.

**Válvula de flujo o de caudal.** Las válvulas reguladoras de caudal permiten controlar la velocidad de avance o retroceso de un cilindro. Cada reguladora de caudal sólo regula la velocidad en un sentido.

El aire puede circular por la estrangulación o por el antirretorno, cuando el antirretorno le deje paso libre circulará a la misma velocidad que en el resto del circuito, sin embargo, cuando el antirretorno le corte el paso el único camino que le quedará será la estrangulación y por lo tanto disminuirá su velocidad.

A continuación se presentan la simbología de representación y el principio de funcionamiento de la válvula reguladora de caudal. Podrás simular su funcionamiento regulando el paso de la válvula con los botones de giro dcha. e izqda. para pulsar a continuación las flechas de entrada de aire.

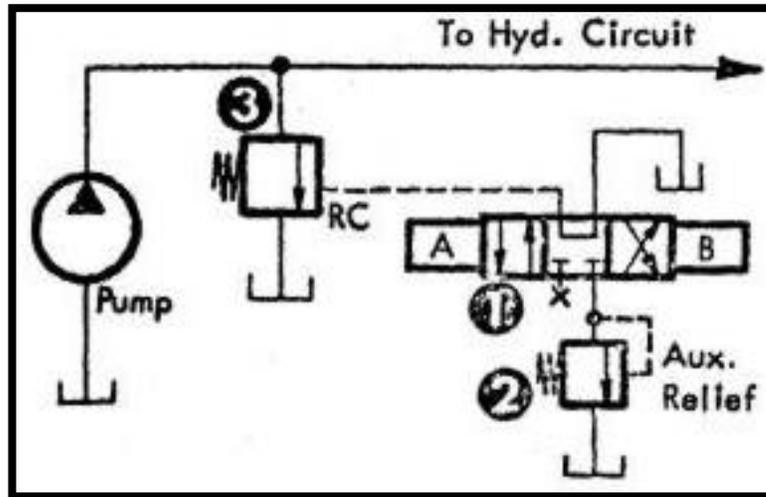
Figura 34. Válvula de flujo



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/duplomatic-oleodinamica/valvulas-estrangulacion-regulacion-caudal-14061-636992.html>

**Regulación de derivación (bypass).** La válvula de control remoto (1) puede ser accionada en forma manual a través de un solenoide. En su posición central tiene la presión conectada al tanque y a la salida al control bloqueado. Cuando el solenoide A es energizado, la línea de venteo es bloqueada y la válvula (3) funciona normalmente como válvula de alivio. Cuando el solenoide B es energizado, la conexión RC es conectada a la válvula (2) asumiendo entonces el circuito la presión ajustada en esta.

Figura 35. Bypass



Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica13.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica13.htm)

**Válvulas direccionales.** En los **circuitos hidráulicos** las válvulas de control direccional llamadas **válvulas de vías** o **válvulas direccionales** son las que controlan los actuadores dirigiendo su funcionamiento en una dirección u otra, permitiendo o bloqueando el paso de aceite o aire ya sean hidráulicas o neumáticas, tanto con presión o al tanque.

Este componente dentro del nombre ya tenemos indicada las características del mismo siendo este formado por el número de vías, seguido del número de posiciones.

El número de vías nos indica el número de conexiones que tiene la válvula, el número de posiciones es el número de maniobras distintas que puede realizar una válvula, estas posiciones están representadas en los esquemas neumáticos o hidráulicos por cuadrados que en su interior indica las uniones que realizan internamente la válvula con las diferentes vías y la dirección de circulación del líquido o aire, o en el caso de una línea que sale de una vía y no tiene unión con otra vía sería en el caso de estar bloqueada esa vía en esa posición. Los tipos de válvulas de control direccional que nos podemos encontrar son los siguientes:

**Válvula direccional 2/2:** En este caso la válvula en una posición une las dos vías y en la otra posición las separa.

**Válvula direccional 3/2:** Tiene dos posiciones y tres vías donde una de ellas va al actuador, normalmente un cilindro de simple efecto o actuador que tiene un retorno mecánico, normalmente por muelle y las otras dos vías van al tanque y a la presión haciendo que en una posición el aceite o aire, dependiendo si el circuito es hidráulico o neumático, vaya al actuador presión y en la otra posición retorne del actuador al tanque.

**Válvula direccional 4/2:** Tiene dos posiciones como en el caso anterior de la válvula 3/2 pero en este caso tiene dos vías al actuador, permitiendo que en una posición provoque el funcionamiento del actuador en sentido contrario, ya siendo un cilindro de doble efecto haciendo que en una posición salga el pistón y en la otra entre el pistón del cilindro. En el caso que el actuador sea un motor hidráulico girará en un sentido al estar en una posición y en el sentido contrario al cambiar la válvula de posición.

**Válvula direccional 4/3:** Estas válvulas siguen teniendo 4 vías, que son presión (P), tanque (T), A y B que son las vías que van al actuador ya sea cilindro o bomba hidráulica. La variación está en que tiene tres posiciones siendo iguales los circuitos internos de las posiciones laterales que las encontradas en las válvulas 4/2, pero nos encontramos con la posición central cuyo circuito puede ser de varias formas diferentes:

**Válvula direccional 4/3 con centro abierto:** El centro abierto significa que las cuatro vías están unidas internamente

**Válvula direccional 4/3 con centro cerrado:** El centro cerrado significa que las cuatro vías están bloqueadas internamente impidiendo la circulación del aceite o aire en ninguna de las direcciones.

**Válvula direccional 4/3 de centro en tándem:** el centro en tándem significa que tiene las dos vías que van al actuador bloqueadas y las dos vías que van a la presión y al tanque conectadas permitiendo que se quede el actuador bloqueado y la presión enviarla al tanque o a otra válvula mientras está ese actuador inmovilizado.

**Válvula direccional 4/3 de centro abierto negativo:** En este caso el centro tiene la presión bloqueada y el actuador retorno por las dos vías la presión al tanque. Nos podemos encontrar con más tipos de circuitos en la válvula 4/3 que dependiendo de la necesidad del circuito pueden ser:

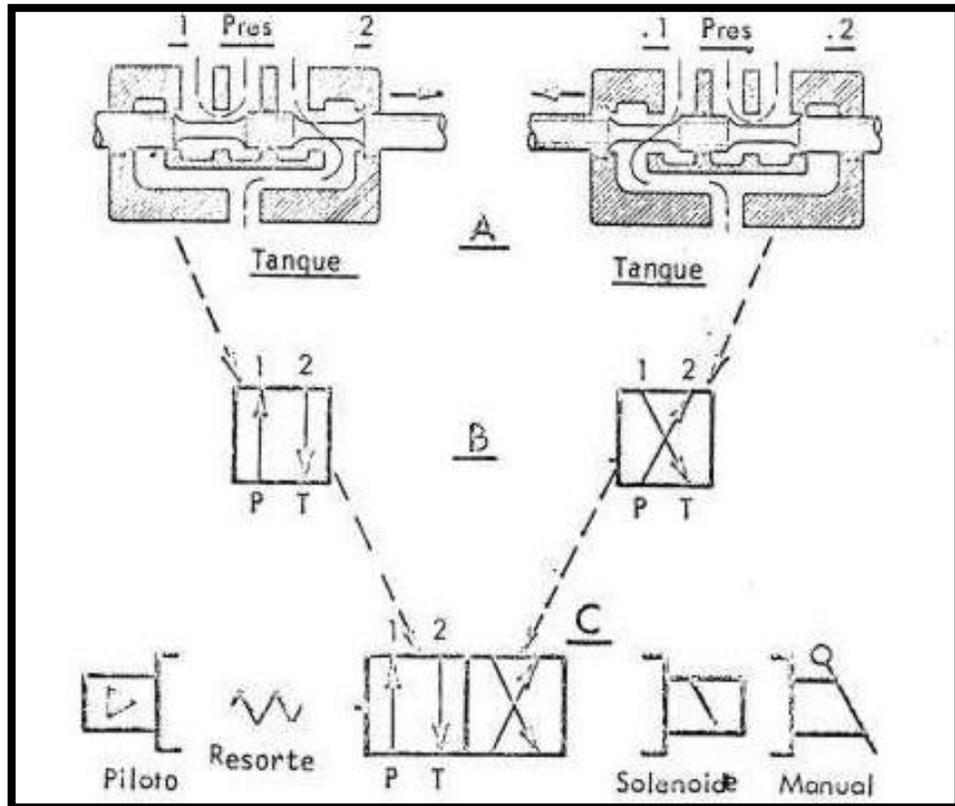
- A y T abiertos con P y B cerrados.
- P, A y B abiertos entre si y T cerrado.
- A y P abiertos y B y T cerrados.
- B, P y T abiertos y A cerrado.

**Figura 36. Válvulas direccionales**

Modelos	Vías/Posic	Solenoides	Posición del centro	Tipo centrado
EV1 A12C	4/2	1 SOL.		RESORTE
EV1 A13S	4/2	1 SOL.		RESORTE
EV1 A2	4/3	2 SOL.		RESORTE
EV1 B 13C	4/2	1 SOL.		RESORTE
EV1 B2	4/3	2 SOL.		RESORTE
EV1 E2	4/3	2 SOL.		RESORTE

**Fuente:** [http://www.imola.cl/site/index.php?page=shop.product\\_details&product\\_id=38&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com\\_virtuemart&Itemid=49](http://www.imola.cl/site/index.php?page=shop.product_details&product_id=38&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=49)

Figura 37. Estructura interna válvula direcciona



Fuente: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_mecanica/valvulashidraulicas/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/valvulashidraulicas/)

#### 4.6 BASES DE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

La electricidad es una forma de energía con efectos térmicos, luminosos, magnéticos o químicos.

El ser humano siempre tuvo problemas en entender la naturaleza de la electricidad, a pesar de que la energía eléctrica es utilizada de las más diversas formas en máquinas y equipos. Todos utilizamos diariamente de una u otra manera, alguna forma de electricidad o de electrónica al encender una lámpara o una radio, al usar una calculadora de bolsillo o un automóvil. Lo más importante es disponer de la electricidad, dándonos igual si proviene de una batería, de una pila o de una central eléctrica de cualquier tipo.

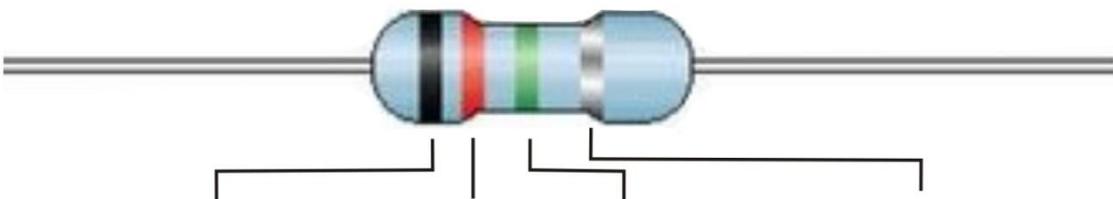
Todo está compuesto de átomos. Cada átomo tiene un núcleo alrededor del cual giran electrones. Los átomos son extraordinariamente pequeños, por lo que no los podemos distinguir a simple vista. Su diámetro es de aproximadamente 1/10000000 mm. El núcleo, por su parte, tiene un diámetro 10000 veces más pequeño que el diámetro del átomo. El diámetro de un electrón es de 1 / 10 del diámetro del núcleo.

**-Resistencia:** es el impedimento que ejerce un material al paso de los electrones o corriente eléctrica. Se simboliza con la letra R y se mide en OHM. Existen dos tipos:

Resistencia: fabricada por el hombre con elementos de las materias.

Natural: que se encuentra en toda materia llamada resistencia específica.

**Figura 38. Resistencias**



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

**Circuitos Básicos**

Fuente: <http://kueyar.net/aprende-electronica/lecciones/unidad-6-las-resistencias/>

**-potencia eléctrica:** Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (**J/seg**) y se representa con la letra **“P”**.

Un **J/seg** equivale a **1 watt (W)**, por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica.

La unidad de medida de la potencia eléctrica **“P”** es el **“watt”**, y se representa con la letra **“W”**.

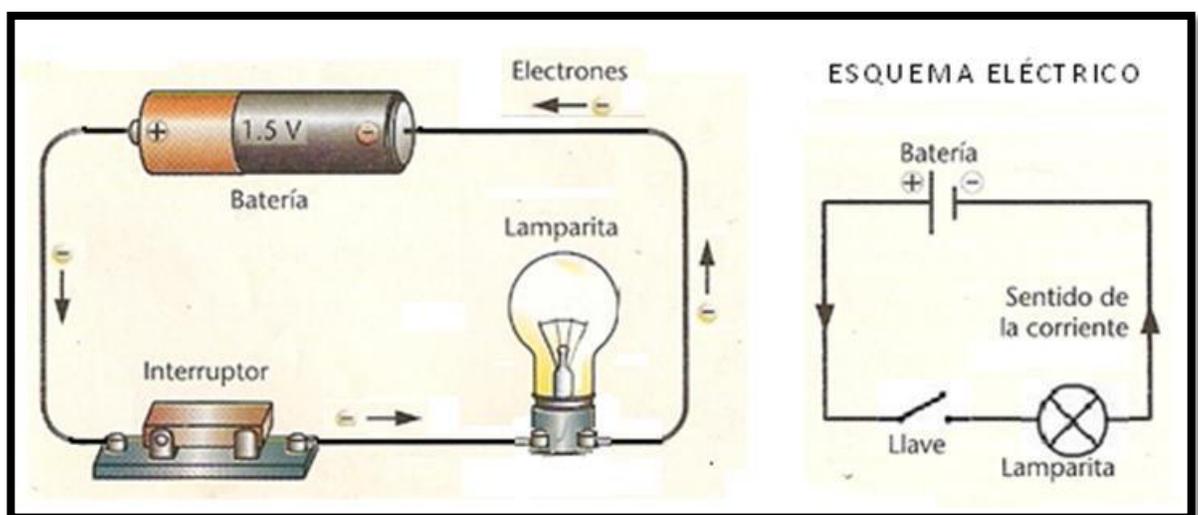
Es el trabajo realizado en una unidad de tiempo. Se simboliza con la letra P y la u. de medida es el watt.

- **Circuito eléctrico.** Es el recorrido cerrado que pueda realizar la corriente eléctrica a través de los conductores y elementos o componentes del mismo.

El circuito básico consta de un generador de tensión, pila, batería que proporcionan energía eléctrica. Llave de encendido que conecta o desconecta al circuito. Fusible es un dispositivo de seguridad. Carga a conectar, es el que recibe la electricidad.

Tipos de circuito: serie, paralelo y mixto

**Figura 39. Circuito eléctrico básico**



Fuente: <http://tecnologiajoseph.blogspot.com/2010/11/6-calse-representacion-de-sistemas.html>

**-Ley de OHM.** La intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo.

En todo circuito eléctrico, la corriente que circula es proporcional a la tensión e inversamente proporcional a su resistencia.

$$I = \frac{V}{R} \quad (9)$$

En el Sistema internacional de unidades:

**I** = Intensidad en amperios (A)

**V** = Diferencia de potencial en voltios (V)

**R** = Resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

**-Leyes de kirchoff.** Estas leyes nos permiten resolver los circuitos utilizando el conjunto de ecuaciones al que ellos responden. En la lección anterior Ud. conoció el laboratorio virtual LW. El funcionamiento de este y de todos los laboratorios virtuales conocidos se basa en la resolución automática del sistema de ecuaciones que genera un circuito eléctrico. Como trabajo principal la PC presenta una pantalla que semeja un laboratorio de electrónica pero como trabajo de fondo en realidad esta resolviendo las ecuaciones matemáticas del circuito. Lo interesante es que lo puede resolver a tal velocidad que puede representar los resultados en la pantalla con una velocidad similar aunque no igual a la real y de ese modo obtener gráficos que simulan el funcionamiento de un osciloscopio, que es un instrumento destinado a observar tensiones que cambian rápidamente a medida que transcurre el tiempo.

Nodo: donde concurren tres o más conductores.

Rama: tramo del circuito entre dos nodos.

Malla: camino cerrado de la corriente

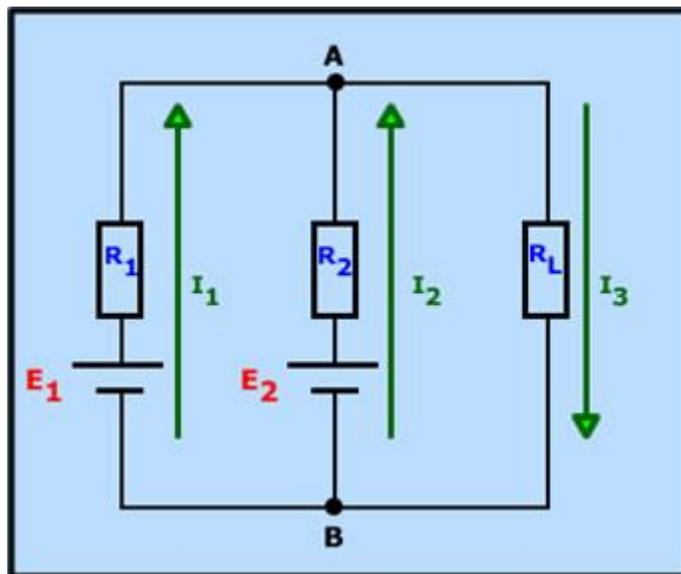
- ley

La suma de las corrientes que llegan es igual a la suma de las corrientes que salen pero con el signo cambiado. En un nodo la suma algebraica de las corrientes es cero.

- ley

En una malla la suma algebraica de todas las f.e.m es igual a la suma algebraica de todas las caídas de tensión  $V=I \cdot R$

**Figura 40. Esquema ley de kirchoff**



Fuente: <http://www.nichese.com/leyes.html>

**- Resistencia especifica:**

Cada cuerpo posee una resistencia que depende de su materia. Ej: aluminio 0,026

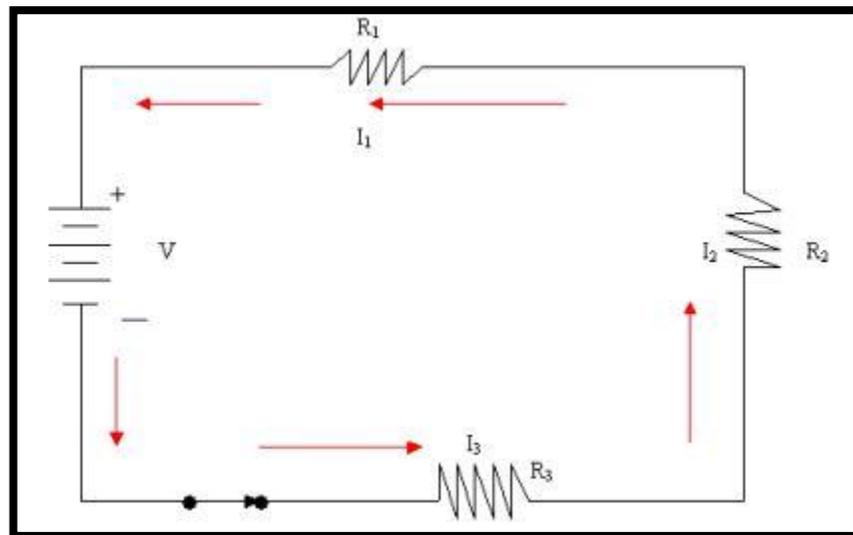
**-Circuito en serie.** En un circuito en serie los receptores están instalados uno a continuación de otro en la línea eléctrica, de tal forma que la corriente que atraviesa el primero de ellos será la misma que la que atraviesa el último. Para instalar un nuevo elemento en serie en un circuito tendremos que cortar el cable y cada uno de los terminales generados conectarlos al receptor.

La corriente eléctrica tiene un solo camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios.

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 \dots V_n$$

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 \dots R_n$$

**Figura 41. Circuito serie**



Fuente <http://www.electricasas.com/electricidad/circuitos/circuito-serie-paralelo-y-mixto/>:

**-Circuito en paralelo.** En un circuito en paralelo cada receptor conectado a la fuente de alimentación lo está de forma independiente al resto; cada uno tiene su propia línea, aunque haya parte de esa línea que sea común a todos. Para conectar un nuevo receptor en paralelo, añadiremos una nueva línea conectada a los terminales de las líneas que ya hay en el circuito.

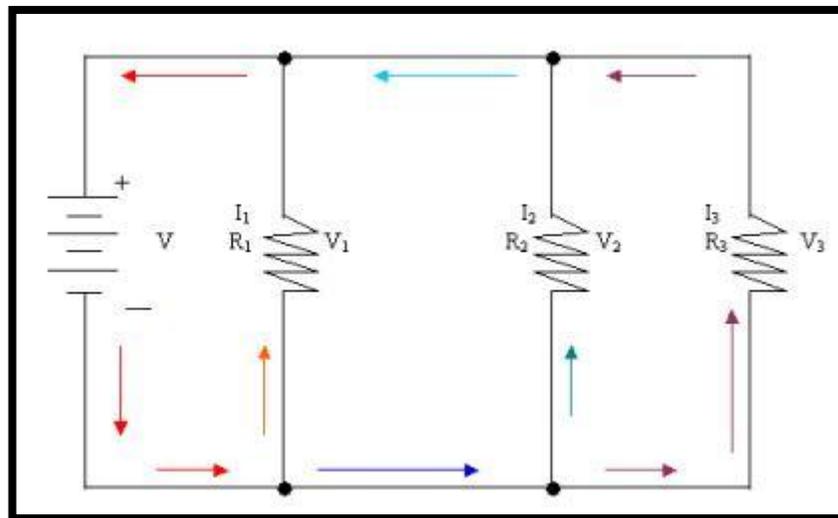
Aquel en que la corriente se deriva en cada nodo y rama del circuito.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_N$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_N$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

**Figura 42. Circuito en paralelo**

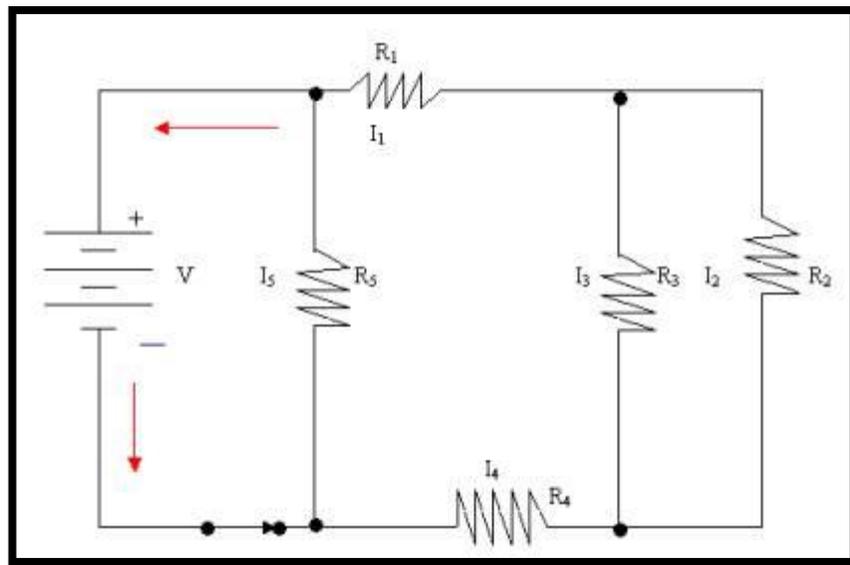


**Fuente:** <http://electricidadyelectronicaleyconceptos.bligoo.com.mx/content/view/3802067/circuito-paralelo-en-serie-o-mixto.html#.UoGZmPILOWA>

- **Circuito mixto.** Es una combinación de varios elementos conectados tanto en paralelo como en serie, estos pueden colocarse de la manera que sea siempre y cuando se utilicen los dos diferentes sistemas de elementos, tanto paralelo como en serie.

Estos circuitos se pueden reducir resolviendo primero los elementos que se encuentran en serie y luego los que se encuentren en paralelo, para luego calcular y reducir un circuito único y puro.

**Figura 43. Circuito mixto**



Fuente: <http://dieumsh.gfb.umich.mx/electro/ley%20de%20ohm.htm>

-**Diodo.** Las uniones positiva-negativa de dos materiales distintos (germanio y silicio).extremo positivo (ánodo) extremo negativo (cátodo).

Polarización directa:

Le positivo va con el ánodo y el negativo con el cátodo

Polarización inversa:

Positivo con catado y negativo ánodo

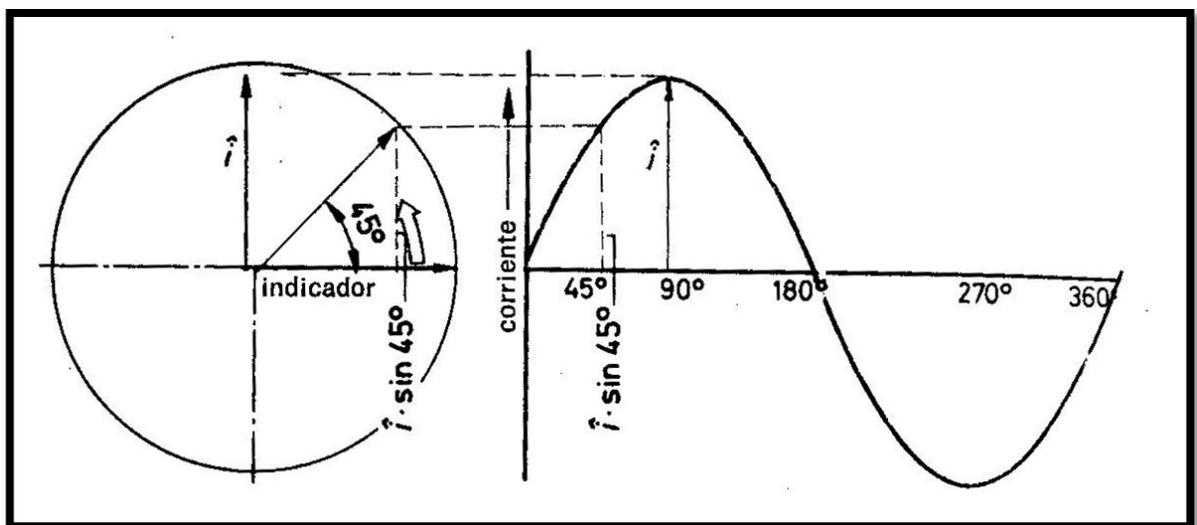
**-Corriente alterna.** Se denomina corriente alterna, a la que la magnitud, sentido y dirección varían en una unidad de tiempo (1seg), en un sentido y luego cambia al sentido opuesto, y se repite en forma constante.

Se usa para la iluminación de industrias y casas.

La monofásica consta de tres cables, neutro celeste, fase marrón, y tierra verde o amarillo.

La frecuencia son las caídas de tensión y se miden con el herís

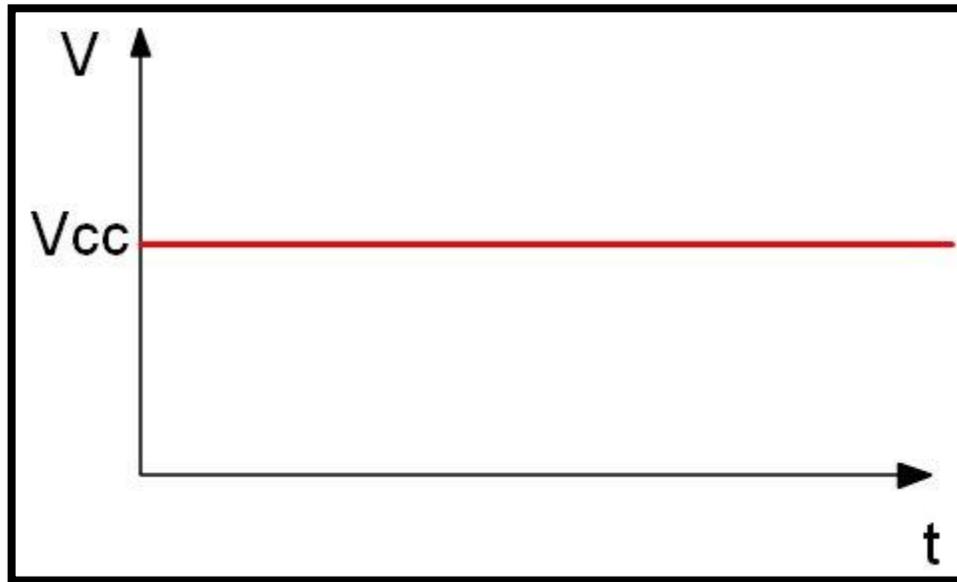
**Figura 44. Corriente alterna**



Fuente: <http://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%202.htm>

- **Corriente continua.** La corriente continua se puede obtener por medio de métodos químicos, como lo hacen las pilas y baterías, por métodos mecánicos como lo hace una dinamo, o por otros métodos, fotovoltaico, par térmico, etc.

**Figura 45. Corriente continúa**



Fuente: [http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web\\_magnetismo\\_3/magnetismo\\_indice.html](http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_magnetismo_3/magnetismo_indice.html)

## 5. METODOLOGIA

Desde un principio se pretendió buscar diversas soluciones para cambiar el sistema de funcionamiento de la rampa y se llegó a una conclusión de realizar una propuesta para cambiar el sistema mecánico por un sistema hidráulico, y los puntos a seguir serán:

- Se realizaran los cálculos correspondientes para determinar el área de los cilindros, se calculara la velocidad de los cilindros del cual se sacaran los tiempos que se demoran en subir y bajar, también se hallara la presión, además de esto se buscara determinar qué tipo de motor utilizar para llegar a la presión adecuada y esto se realizara con unas formulas establecidas:

$$- F = P \cdot A \quad (10)$$

$$- H_p = P \cdot Q_b \cdot K \quad (11)$$

$$- V = Q_b \cdot \frac{231}{A} \quad (12)$$

$$- A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad (13)$$

Donde "K" es una constante que es igual a 0.0007.

- Después de encontrar los cálculos se diseñaran los tipos de cilindros que se utilizaran en para elevar la rampa y la solapa, también se realizara un diseño de las medidas correspondientes para el tanque.
- Se determinaran los elementos hidráulicos que se utilizaran para el funcionamiento de sistema.
- Se buscara un esquema electrico que comande el sistema hidráulico para un funcionamiento correcto y eliminando por completo los peligros a los que se encuentran enfrentados los operarios.

## 6. DESARROLLO DEL TRABAJO

**6.1 Delimitación.** Se reducirá el problema en un 99% ya que evitaremos con este proyecto que el operario se postre sobre la rampa evitando accidentes.

**6.2 Propuestas** A este proyecto se le buscaron varias formas de reducir al máximo los riesgos de accidentalidad, y por último se decide escoger el sistema hidráulico, que será comandado por un sistema de control eléctrico para que el operario evite montarse encima de la rampa para operarla y cambiarla por la operación remotamente.

**6.3 Establecidos.** Teniendo en cuenta que se utilizaran dos cilindros hidráulicos para levantar la rampa pareja en ambos lados y otro para levantar la solapa frontal, se determinó que los dos primeros cilindros serán tipo botella soldados y simple efecto con una medida de  $\varnothing = 2'' \frac{1}{2} \times 1'' \frac{3}{4} \times 17,71''$  de carrera libre, y el cilindro de la solapa sería de  $\varnothing = 2'' \times 1'' \times 11,81''$  de carrera libre.

Dentro del sistema se utilizara un motor de 2 Hp y una bomba de 1,5 GPM, los cálculos se realizaran dentro del sistema americano (lbs, in/min, gpm)

**6.3.1 Calculo 1.** Tenemos el diámetro  $\varnothing$  del pistón de los dos primeros cilindros que es de  $2'' \frac{1}{2}$ , por tanto:

$$A = \frac{2,5^2 \times 3.1416}{4}$$

$$A = 6,25 \times 0,7554$$

$$A = 4,908 \text{ in}^2$$

- Por consiguiente se calculara la velocidad:

$$V = \frac{1,5 \times 231}{4,908}$$

$$V = 70,599 \text{ in/min}$$

- Teniendo en cuenta que ya encontramos la velocidad de los cilindros hallaremos el tiempo con una regla de tres simple:

Si 70,599 in → 60 seg  
 17,71 in → ?

$$T = \frac{17,71 \times 60}{70,599}$$

T= 15.05 seg. Para uno de los dos cilindros, por lo tanto multiplicamos por 2 para obtener el tiempo total de carrera:

T= 30,10 seg

- Para los cálculos de potencia tenemos:

H<sub>p</sub>= 2

Q<sub>b</sub>= 1,5 gpm

Despejamos la fórmula de la formula "P" :

$$P = \frac{HP}{Q_b \times K}$$

$$P = \frac{2}{1,5 \times 0,0007}$$

P= 1904,7 Psi

- Calculamos la fuerza:

$$F = 1904,7 \text{ Psi} \times 4,908 \text{ in}^2$$

F= 9348,2 lbs, esto lo dividimos por 2200 .

F= 4,249 TON. En cada cilindro.

**6.3.2 Calculo 2.** Después de hallar lo necesario para los primeros dos cilindros hallaremos lo mismo para el cilindro de la solapa.

- $A = 2^2 \times \frac{3,1416}{4}$

- $A = 4 \times 0,7854$
- $A = 3,1416 \text{ in}^2$

Ya calculada el área, procederemos a encontrar la velocidad:

- $V = 1,5 \times \frac{231}{3,1416}$

- $V = 110,294 \text{ in/min}$

Luego aplicaremos la regla de tres simple para calcular el tiempo:

- Si  $110,294 \text{ in} \rightarrow 60 \text{ seg}$   
 $11,81 \text{ in} \rightarrow ?$

- $T = \frac{11,81 \times 60}{110,294}$

- $T = 6.42 \text{ seg. De carrera total.}$

**6.3.3 Volumen.** Ya teniendo los cálculos correspondientes encontraremos el volumen de aceite que necesitaremos para utilizar en el sistema:

- $\text{Vol} = A \times \frac{\text{longitud}}{231}$

Para el los primeros dos cilindros necesitaremos:

- $\text{Vol} = 4,908 \times \frac{17,71}{231}$

- $\text{Vol} = 4,908 \times 0.0766$

- Vol= 0,376 gal.

Para el cilindro de la solapa tenemos:

- Vol= 3,1416 × 11,81

231

- Vol= 0,160 gal

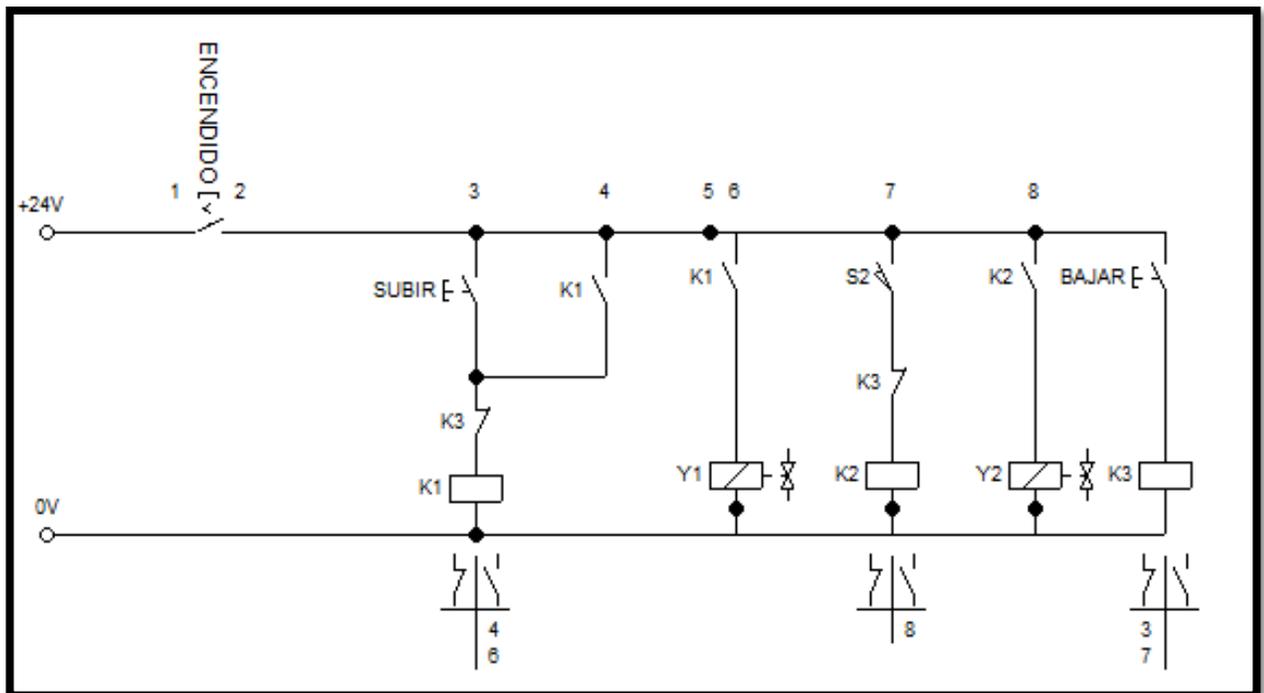
El volumen total tenemos:

$$\text{Vol}_T = 0,376 + 0,160$$

$$\text{Vol}_T = 0,536 \text{ gal}$$

#### 6.4 Diseño de plano electrico e hidráulico

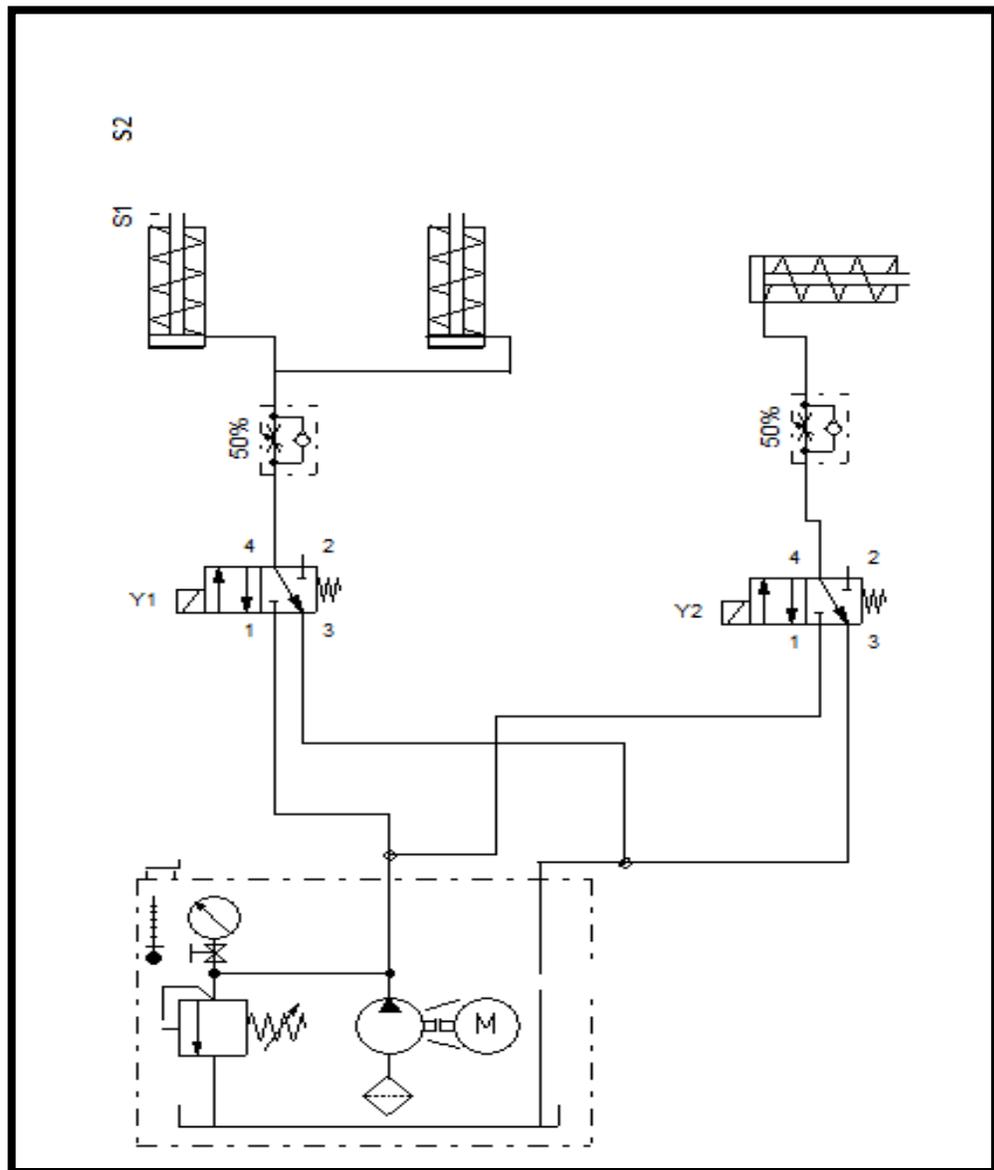
Figura 46. Plano electrico.



En este plano se utilizaron los siguientes elementos:

- Contactores
- Relevos
- Pulsadores

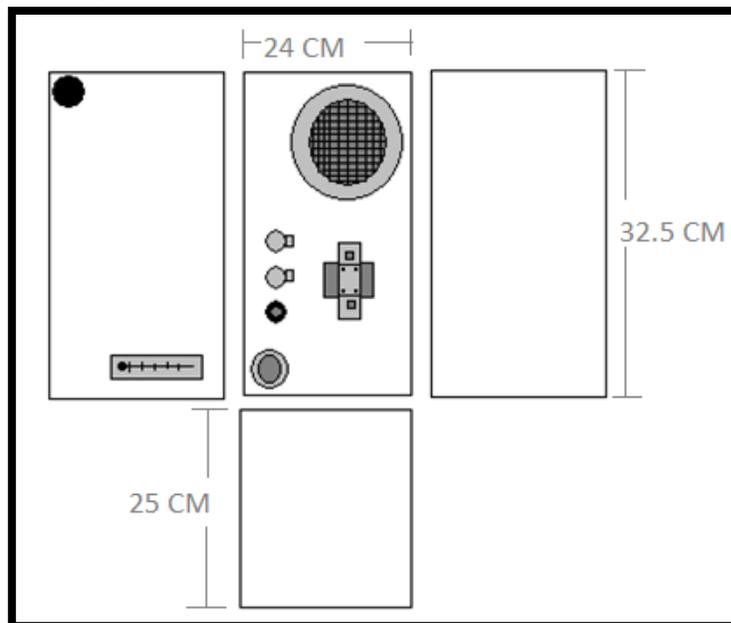
**Figura 47. Plano hidráulico.**



En este plano se encontraran los siguientes componentes hidráulicos

- Dos válvulas 4/2 con bobina 110 v y retorno resorte además es cetop 5.
- Dos controladores de flujo con válvula chequet antirretorno.
- Filtro de succión.
- Conjunto motor – bomba con un acople de araña y protegido por una campana.
- Válvula de alivio.
- Manómetro con válvula de cierre
- Visor de nivel de aceite.

**Figura 48. Plano del tanque**

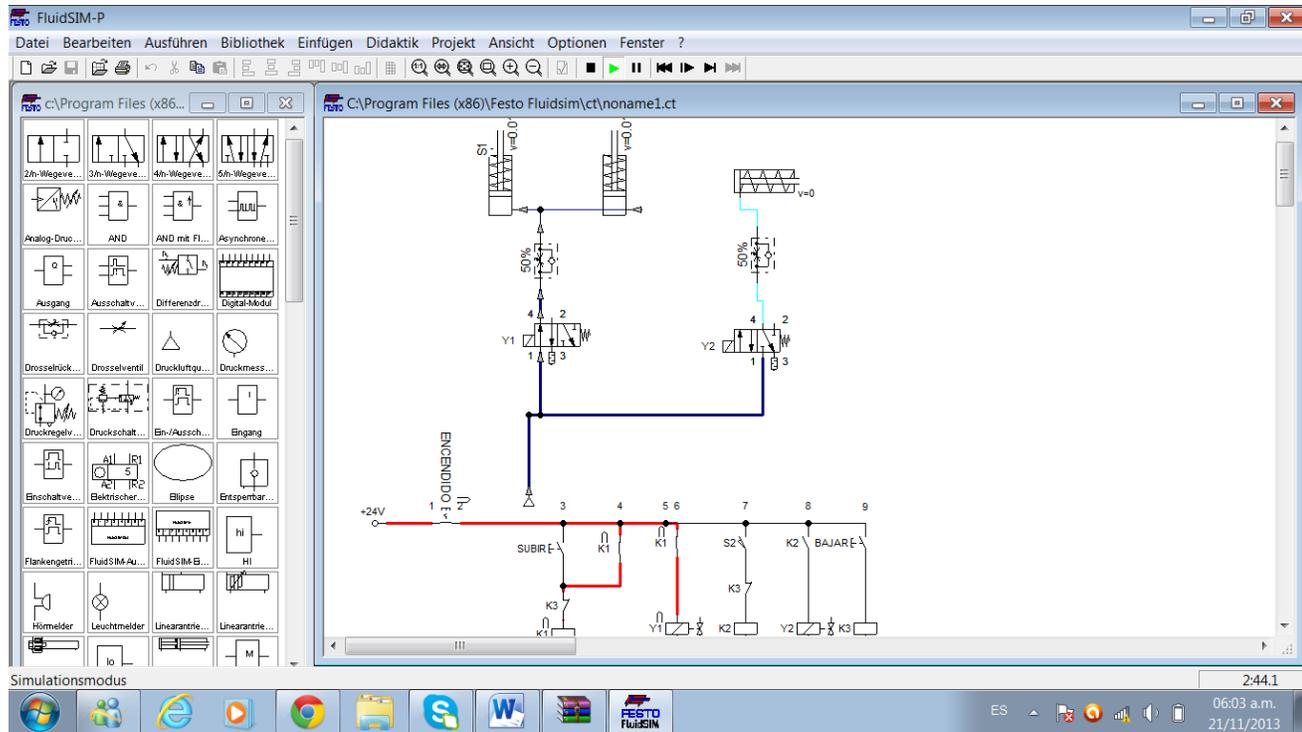


**Fuente: Diego Alejandro Arias, asesor de aplicaciones COHA.**

En esta imagen se muestra el tanque con sus respectivas medidas.

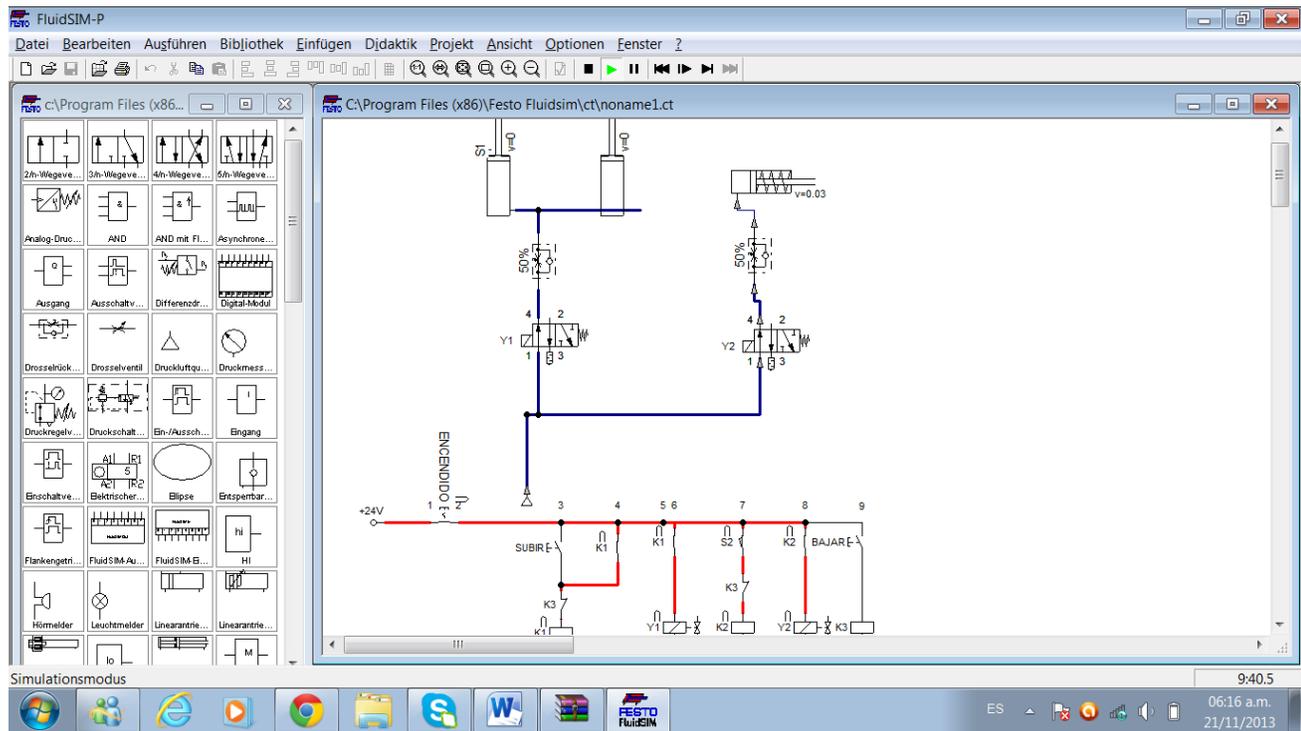
## 6.5 Simulación

Figura 49. Simulación 1



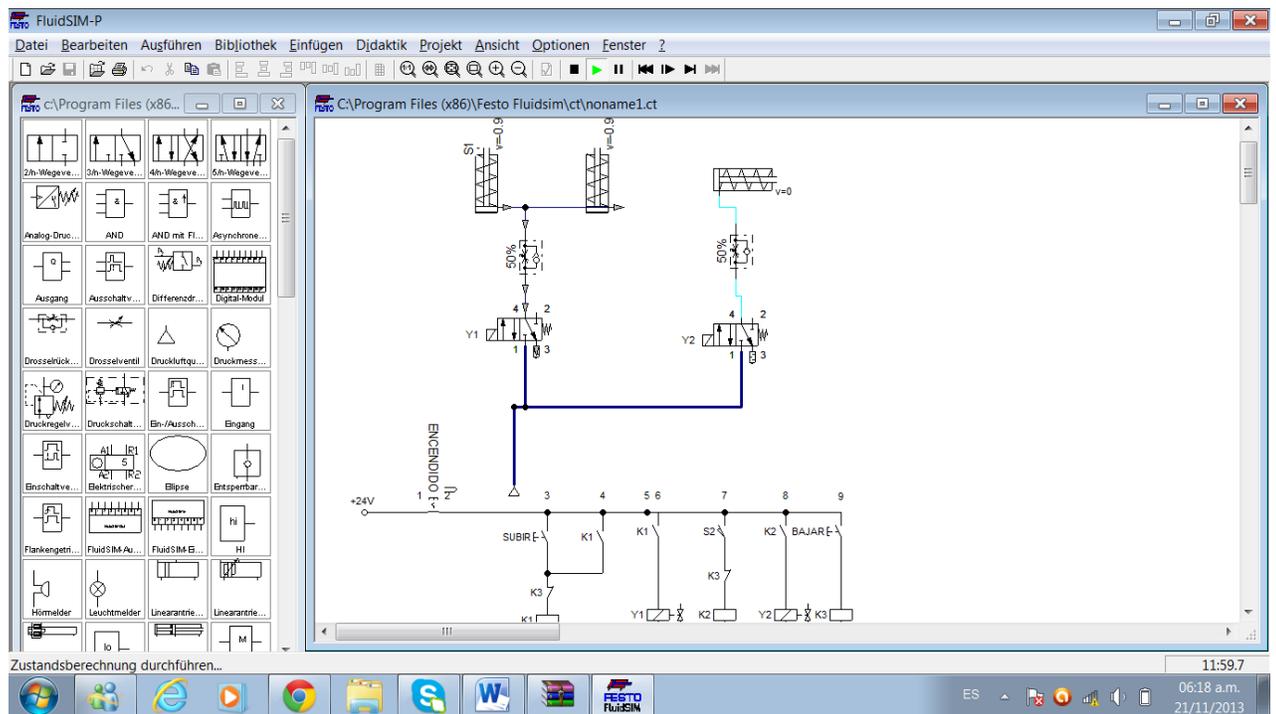
Se encuentra que se energiza en sistema y oprimimos el botón de subir y empiezan subiendo los dos cilindros de la rampa principal.

Figura 50. Simulación 2



Cuando los dos cilindros principales hacen contacto con el microsuiche inicia a salir el cilindro de la solapa y espera que el carro que valla a cargar este en posición para cargar.

**Figura 51. Simulación 3**



Ya estando el carro en posición presionamos el botón para bajar y con el retorno por muelle de los cilindros ellos vuelven a su posición inicial, listos para cargar el carro o para iniciar el ciclo de nuevo.

## 7. RECURSOS

### 7.1 Recursos humanos:

- Se necesitan dos tecnólogos mecánicos, electromecánicos o mecatrónico para el ensamble, montaje y ensayo de la máquina.
- Requieren un ayudante mecánico para ayudar en el ensamble de la máquina, en el montaje del mismo.
- Es fundamental una persona con experiencia en soldadura.

### 7.2 Recursos técnicos:

**Tabla 2. Valores comerciales**

REFERENCIA	VALOR	CANTIDADES
Contactores	\$ 79.800	2
Relevos	\$ 4.800	3
Pulsadores	\$ 10.080	3
Válvulas 4/2 con bobina	\$ 140.000	2
Controladores de flujo	\$ 45.400	2
Motor – bomba	\$ 657.000	1
Acople de araña	\$ 58.200	1
Campana	\$ 68.500	1
Válvula de alivio	\$ 103.400	1
Manómetro	\$ 43.000	1
Visor de nivel	\$ 67.000	1
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.572.860</b>	<b>18</b>

- El costo de la unidad hidráulica con sus componentes y aceite tiene un valor alrededor de **\$ 4.250.000.**
- El costo del tablero electrico está alrededor de **\$ 2.800.000.**
- El costo de los actuadores se encuentra alrededor **\$ 2.200.000.**
- La mano de obra con montaje completo esta alrededor de **\$ 3 .800.000.**
- En total este proyecto está alrededor de **\$ 13.050.000.**

## **8. CONCLUSIONES**

- Se encuentra que el tanto el circuito eléctrico como el hidráulico realizan el ciclo completo.
- Se utilizaron cálculos correctos para soportar el peso necesario por cada cilindro.
- El tiempo que se demoran los cilindros en subir es el tiempo normal de trabajo.
- Además de que la empresa no se quede atrás con respecto al avance tecnológico estará protegiendo a sus empleados y evitando accidentes laborales.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable cambiar el sistema lo más rápido posible para seguir evitando que la operación siga utilizando la rampa en forma mecánica.
- Es muy importante realizar inducción a los operarios para la operación de la máquina.
- Es importante llevar una hoja de vida de la máquina para realizar mantenimientos preventivos.
- El operario en ningún momento de operar los elementos del sistema.

## ANEXOS

En las siguientes imágenes encontramos al personal operando la máquina y el riesgo al que se encuentran sometidos y los accidentes que se pueden causar.





En esta foto encontramos el operario manipulando la rampa manualmente.



El operario encima de la rampa bajando con el peso, acá queda demostrado el peligro al que se encuentran sometido el trabajador.



Ya la rampa completamente abajo y con el riesgo esfumado por esta vez.

## BIBLIOGRAFIA

- D. Merkle. Centro de automatización industrial Electrohidráulica. Edición: 11/86.
- VILLEGAS CARDENAS, Juan Alonso. Manual de Neumática Básica. Medellín, junio de 1995.
- QUIRION, Patrick. Fundamentos de Hidráulica. Primera edición: octubre de 2000. Impreso : septiembre de 2003
- RUIZ ROBREDO, Gustavo A. Electrónica básica para ingenieros. España. Primera edición: junio de 2001.
- [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d\\_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf)
- <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>
- <http://www.hidranaven.com/pdf/direccionales.pdf>
- <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/clasificacionbombashidraulicas/clasificaciondelasbombashidraulicas.html>
- <http://www.slideshare.net/nurrego/conceptos-bsicos-de-electricidad-y-electronica>
- [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_fyq3/tema8/index8.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema8/index8.htm)