



# **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICO PARA ACTUADORES LINEALES**

**ALEXANDER RODRÍGUEZ POLENTINO  
DAVID FELIPE PRIETO QUINTERO**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Villavicencio, Colombia  
2020



# **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICO PARA ACTUADORES LINEALES**

**ALEXANDER RODRÍGUEZ POLENTINO  
DAVID FELIPE PRIETO QUINTERO**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Electromecánico**

Director (a):

MSc. Alberto Alfonso Villarraga Baquero

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Villavicencio, Colombia  
2020



*Nota de aceptación:*

---

---

---

---

---

---

---

---

*Firma del presidente del jurado*

---

*Firma del jurado*

---

*Firma del jurado*

Villavicencio ( , , )

(Dedicatoria)

*En primera instancia quiero dedicar este proyecto a Dios por todas las bendiciones que me ha brindado a lo largo de mi vida, a mi familia por ser un apoyo incondicional cuando más lo he necesitado, pero sobre a todo a esas personas sabias que la vida me a lo colocado en su momento para seguir adelante y hoy estar escribiendo esta dedicatoria.*

**ALEXANDER RODRÍGUEZ POLENTINO**

*Quiero dedicar este proyecto a mi padre Alejandro Prieto y Madre Liliana Quintero porque ellos han dado razón a mi vida, por sus concejos, su apoyo incondicional y su paciencia en momentos difíciles, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.*

*En especial a ti amor, por la ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado incluso en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivadora y escuchaba tus alientos que decían que lo lograría.*

**DAVID FELIPE PRIETO QUINTERO**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por brindarme las oportunidades que hoy tengo en mi vida y el fin e inicio de una nueva etapa.

A mi madre Mary Patricia, por ser un apoyo incondicional y ser un motor vital en mi vida.

A mi tía Sonia por su apoyo incondicional y por siempre demostrarme que las cosas tienen su mejor lado positivo.

A los profesores por ser una guía en cada paso que se dio para la realización de este proyecto.

Agradezco al tiempo porque es la constante más grande que he tenido de esperanza para lograr mis objetivos y mis sueños.

**ALEXANDER RODRÍGUEZ POLENTINO**

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto no pensaba que fuera posible que algún día entrara a una institución.

Agradezco mucho por la ayuda de los ingenieros, mis compañeros, y a la universidad en general por todo lo anterior en conjunto con los conocimientos que me ha otorgado.

**DAVID FELIPE PRIETO QUINTERO**





## Resumen

En este documento se desarrolla el diseño de un prototipo de banco hidráulico que puede ser implementado para la realización de prácticas en la universidad, se realizó una búsqueda de información acerca de los procesos más usuales en las prácticas de los sistemas hidráulicos, además se tuvieron algunas recomendaciones como la presión de trabajo, que debido a que es de uso de laboratorio universitario debe ser con presiones inferiores a las de nivel industrial, también de los cálculos realizados en los cuales se pueden determinar los componentes como las válvulas, cilindros y bombas que forman parte de este banco hidráulico.

Como es de saber la universidad debe buscar cada día mejorar no solo en el tema teórico sino en lo práctico por lo cual fue el motivo que nos llevó a la realización de este.

**Palabras clave: (Bomba, Hidráulica, Fluido, Potencia Fluida).**

## **Abstract**

This document develops the design of a prototype of a hydraulic bench that can be implemented to carry out internships at the university, an information search was carried out about the most common processes in the practices of hydraulic systems, and there were also some Recommendations such as the working pressure, which, because it is for university laboratory use, must be at pressures lower than those of the industrial level, also from the calculations made in which the components such as valves, cylinders and pumps that form can be determined. part of this hydraulic bench.

As it is known, the university must seek every day to improve not only in the theoretical subject but in the practical one, which is why it was the reason that led us to carry it out.

**Key words: (Pump, Hydraulics, Fluid, Fluid Power).**

# Contenido

<b>1. POTENCIA FLUIDA.....</b>	<b>3</b>
1.1 FLUIDOS.....	3
1.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS.....	4
1.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	6
1.3.1 fluidos hidráulicos.....	6
1.3.2 Unidad de Potencia.....	7
<b>2. COMPONENTES HIDRÁULICOS.....</b>	<b>9</b>
2.1 BOMBAS.....	9
2.1.1 Bombas de desplazamiento no positivo.....	10
2.1.2 Bombas de desplazamiento positivo.....	10
2.1.3 Cavitación.....	13
2.2 MOTORES HIDRÁULICOS.....	14
2.2.1 Principales tipos de motores.....	14
2.3 VÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	17
2.3.1 Válvulas de control de presión.....	17
2.3.2 Válvulas de control direccional.....	18
2.3.3 Válvulas de control de flujo.....	19
<b>3. CIRCUITOS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 CONTROL DE UN CILINDRO HIDRÁULICO.....	20
<b>4. DISEÑO DE BANCO HIDRÁULICO.....</b>	<b>22</b>
4.1 LOS ACTUADORES.....	22
4.1.1 Cilindro de simple efecto:.....	22
4.1.2 Cilindro de doble efecto:.....	23
4.2 CALCULO DEL CAUDAL.....	24
4.3 CALCULO DE LA FUERZA.....	25
4.4 ELECCIÓN DE TIPO DE BOMBA.....	25
4.5 CALCULO DEL TAMAÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	29
4.5.1 Tipo de filtrado.....	29
4.6 SELECCIÓN DE VÁLVULAS.....	30
4.6.1 Válvulas de control de presión.....	30
4.6.2 Válvulas de control de fluido.....	31
4.6.3 Válvulas de control direccional.....	32
4.7 OTROS ELEMENTOS.....	34
4.7.1 Manómetros.....	34
4.7.2 Mangueras.....	35
4.7.3 Conectores hidráulicos.....	35
4.8 SIMULACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO.....	36

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
5.1 Conclusiones .....	41
5.2 Recomendaciones .....	42
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>

## Lista de figuras

Figura 1–1 Sistema Neumatico .....	5
Figura 1–2 Componentes básicos de una unidad de potencia .....	7
Figura 2–1 Operación de una bomba de engranes externos .....	11
Figura 2–2 Funcionamiento de una bomba de paletas. ....	12
Figura 2–3 Accionamiento de la bomba de pistones de eje inclinado .....	13
Figura 2–4 Actuador rotatorio con una paleta .....	15
Figura 2–5 Motor hidráulico de engranes externos .....	16
Figura 2–6 Motor con pistones axiales en línea .....	17
Figura 2–7 Válvula direccional 4/3 vías, activada por palanca.....	18
Figura 2–8 Válvula check .....	19
Figura 3–1 Control de un pistón de simple efecto .....	20
Figura 3–2 Control cilindro de doble efecto .....	21
Figura 4–1 Cilindro simple efecto 25-32/40-100 .....	23
Figura 4–2 Cilindro de. 25-40/50-100.....	24
Figura 4–3 Curvas de Caudal/presión.....	26
Figura 4–4 Rendimiento Volumétrico y total .....	27
Figura 4–5 Potencia Absorbida .....	27
Figura 4–6 Nivel de ruido.....	28
Figura 4–7 Válvula reguladora de presión VMD 20 .....	31
Figura 4–8 válvula control de flujo VRFU90.....	32
Figura 4–9 Manómetro .....	34
Figura 4–10 Manguera SAE 100 R1 .....	35
Figura 4–11 conectores Hidráulicos.....	36
Figura 4–12 banco hidráulico .....	37
Figura 4–13 Estructura del Banco .....	38
Figura 4–14 plano banco hidráulico .....	39

## Lista de tablas

**Pág.**

Tabla 1 Comparación de la eficiencia y variables volumétricas .....	25
---	----

# Introducción

El presente documento pretende dar a conocer el diseño de un sistema hidráulico para realización de prácticas en la universidad Antonio Nariño por lo cual este diseño tiene algunas limitaciones en cuanto a potencia y sistemas a usar en comparación con los sistemas hidráulicos industriales donde la potencia fluida suele ser mucho mayor.

Esto debido a las normas de seguridad que hay que tener para el desarrollo de prácticas para los estudiantes de la facultad de electromecánica de la sede Villavicencio, por lo cual este proyecto se llevó a cabo.

Cuanta con limitaciones como la no inclusión de un motor hidráulico, debido a limitaciones en cuanto a una futura construcción por parte de estudiantes de la facultad ya que esto eleva en gran cantidad el precio del proyecto, y en principio no aumenta el desarrollo de prácticas en la materia de Oleohidráulica del programa de ingeniería electromecánica.

Para el desarrollo se realizaron algunas investigaciones en cuanto a bancos hidráulicos que son ofrecidos por empresas para la enseñanza y se tomaron algunos parámetros de diseño y requerimientos para tenerlos en cuenta a la hora de realizar el diseño, una de las empresas que realiza este tipo de bancos es FESTO el cual tiene dispositivos de programación PLC además de software de simulación Fluidsim Hidráulica para realización de planos y simulación de sistemas electrohidráulicos.

Par el desarrollo de este proyecto se realizó primero una búsqueda de información en la cual se tuvieron parámetros de otros fabricantes, y recomendaciones del docente del área, después de esto se realizó el cálculo de acuerdo con los elementos seleccionados los cuales son de bajo costo.

Se realizaron análisis de los sistemas hidráulicos calculados en fluidsim hidráulica para la ratificación de los cálculos y del modelo atener en caso de que se requiera la construcción por parte de la universidad.

Adicional de realizo el diseño del posible banco o estructura metálica que puede ser usada para la implementación de este.

Se espera que la universidad junto con un proyecto de investigación u otro medio puedan encontrar la forma de producir este proyecto, ya que no fue posible realizarlo por su elevado costo, para el caso de nosotros como estudiantes.



# 1.POTENCIA FLUIDA

Esta terminología se usa con el fin de describir un sistema que utiliza un fluido a presión para entregar energía la cual es usada para entregar trabajo mecánico, dentro de los fluidos (líquidos o gas) se encuentran dos áreas importantes, la Neumática y la Hidráulica, el cual entrega trabajo de diferentes formas ya se empujar, girar, controlar o manejar cargas.

La diferencia entre la neumática e hidráulica radican en Fuerzas asociadas a ellas, así como la velocidad de trabajo y la cantidad de control en la carga.

## 1.1 FLUIDOS

Un fluido es un material en el que sus componentes o moléculas son atraídas entre sí de manera débil, de tal forma que no puede sostener su forma, por lo cual se forma y toma la forma de su contenedor.

A nivel molecular, las moléculas en los líquidos no están fijos por lo cual se pueden trasladar libremente, los líquidos se consideran incompresibles ya que el volumen no cambia al someterlos a cambios de presión, aunque esto no es del todo cierto debido a los cambios de volumen a presión si existen, pero son demasiado pequeños por lo cual en diseños de presión algunas veces es despreciable.

Los gases tan bien son catalogados como fluidos debido a que no mantiene su forma y depende del contenedor, este tipo de fluido difiere de los líquidos debido a que todavía tienen menos atracción entre las moléculas lo cual permite la compresión de este fluido.

La diferencia entre los líquidos que tienen un volumen definido para una masa dada, en los gases el volumen se incrementa al almacenar en un recipiente.

## 1.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS

Se refiere al estudio del movimiento y uso del aire para realizar trabajo en el cual se usa el aire comprimido para la transmitir energía, la cual es usada para mover y hacer funcionar mecanismos en procesos industriales.

El aire es una mezcla de gases que contiene de 21% de oxígeno ( $O_2$ ) y 78% de nitrógeno ( $N_2$ ) y 1% de otros gases como argón (Ar) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ). También contiene más o menos 4% de vapor de agua.

Los sistemas de aire comprimido proporcionan movimiento controlado a dispositivos finales o actuadores como lo son los cilindros y motores neumáticos, así como en herramientas de trabajo tales como pistolas para pinturas, prensas, herramientas de impacto frenos neumáticos entre otros.

las ventajas del uso de la neumática son:

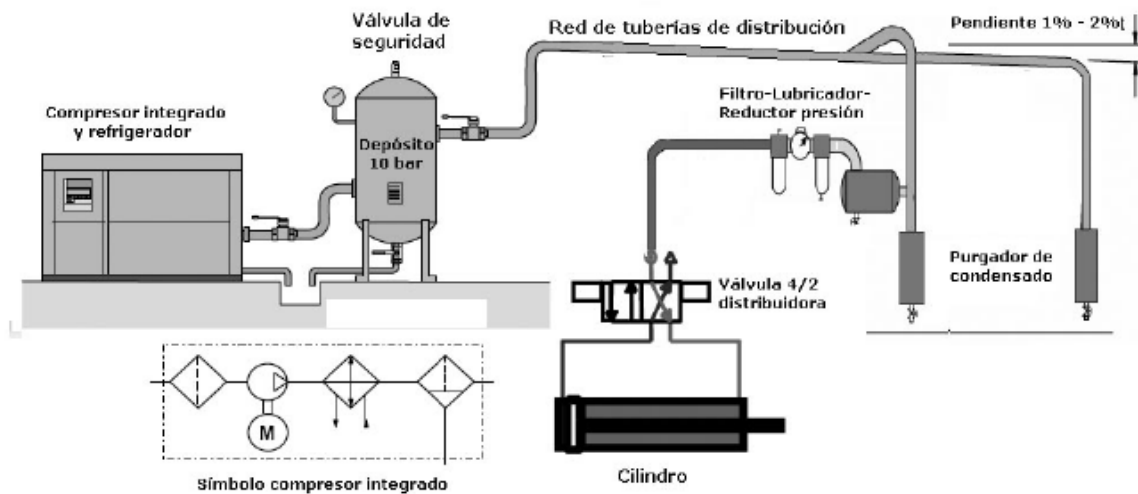
- No posee características explosivas, ya que usa el aire como insumo principal.
- Es limpia su utilización ya que el aire no se contamina y es libre por lo cual su costo no es elevado.
- Se alcanzan altas velocidades en los actuadores.
- Disponibilidad de la materia prima el Aire.
- Simplicidad de diseño y control.
- Fiabilidad.
- Resistencia al entorno.
- Seguridad, ya que su insumo no es explosivo.
- Es compresible y se puede almacenar. (Creus Solé, 2008)

Los sistemas neumáticos requieren de componentes básicos los cuales están descritos a continuación.

- Un tanque para almacenar un volumen dado de aire comprimido.
- Un compresor para comprimir el aire que viene directamente de la atmósfera.
- Un motor eléctrico u otra fuente de movimiento para operar el compresor.
- Válvulas para controlar la dirección del aire, la presión y el intervalo del flujo.
- Actuadores (operan de forma similar a los actuadores hidráulicos).
- Tuberías para transportar el aire presurizado de una locación a otra.

- Elementos acondicionadores del aire como secadores y unidades de mantenimiento. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Figura 1–1 Sistema Neumatico



**Fuente:** (Creus Solé, 2008)

el aire es tomado de la atmosfera a través de compresores y sistemas de refrigeración para la reducción de calor que adquiere al comprimirse, luego es almacenado en un depósito el cual cuenta con una válvula de seguridad y un sistema de drenaje para el agua condensada y aceite residual, un sistema de tuberías para distribución y un sistema de regulación, filtro y secado del aire para ser usado en los actuadores neumáticos.

Los sistemas neumáticos cuentan con desventajas descritas a continuación:

- Imposibilidad de obtener velocidades estables.
- Altos costos y reducción de rendimiento debido a fugas en los sistemas.
- No permite el control de carga en el sistema. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Permite el uso de sistemas eléctricos, los cuales son sistemas electroneumáticos que se complementan para realizar procesos de automatización de gran escala en procesos industriales.

## 1.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS

### 1.3.1 fluidos hidráulicos

es la materia prima más importante en los sistemas hidráulicos, ya que tiene un resulta sobre la vida útil de todas las partes del sistema. Por lo cual el fluido tiene cuatro funciones principales que debe tener:

- Transmitir potencia.
- Lubricar partes en movimiento.
- Sellar claros entre piezas en movimiento.
- Disipar Calor.

Por lo cual debe tener unas características que lo lleven a desempeñar las funciones principales. Dentro de las principales características se encuentran:

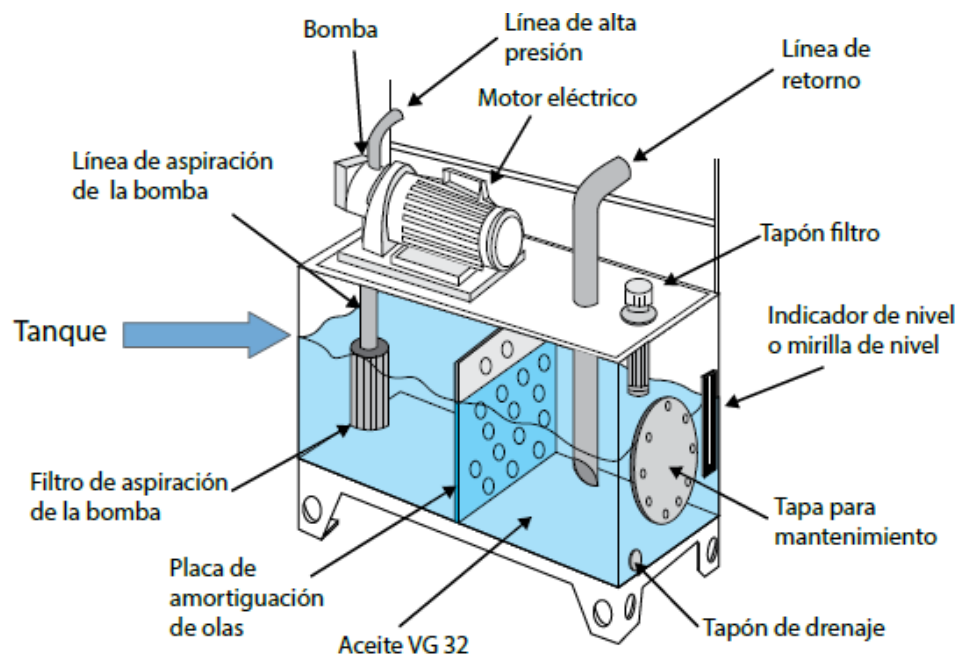
- Buena lubricidad.
- 2. Viscosidad ideal.
- 3. Estabilidad química.
- 4. Compatibilidad con los materiales del sistema.
- 5. Alto grado de incompresibilidad.
- 6. Resistencia al fuego.
- 7. Buena capacidad de transferir el calor.
- 8. Baja densidad.
- 9. Resistente al espumeo.
- 10. No tóxico.
- 11. Baja volatilidad. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016).

### 1.3.2 Unidad de Potencia

Dentro de esta unidad se encuentran diferentes elementos para presurización, distribución, almacenamiento y condicionamiento del fluido. Se encuentra formada por una bomba, un depósito, filtros y enfriadores de aceite entre otros elementos.

Existen algunos elementos adicionales que dependen de la complejidad del sistema.

Figura 1–2 Componentes básicos de una unidad de potencia



**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

En general la bomba genera presión de aceite al sistema, el motor inyecta potencia a la bomba, la línea de retorno el encargado de traer el aceite nuevamente el sistema, el tapón filtro sirve para ingresar el aceite, el filtro es para evitar la impureza del aire exterior, el indicador de nivel sirve de control de nivel de aceite que debe tener el sistema. La tapa de mantenimiento es para realizar limpieza al tanque y reparaciones si es necesario. La tapa

de amortiguación es para mantener el aceite sin turbulencia, además de mantener contaminantes de gran tamaño, el filtro de aspiración es para realizar una limpieza más profunda al aceite y así reducir las pérdidas por lodos en las tuberías.

## **2.COMONENTES HIDRÁULICOS**

Los circuitos hidráulicos son la base de la maniobra de los sistemas de Potencia. Es fundamental la correlación que existe entre los componentes y la tarea que cada uno desempeña dentro de los mismos. En todo proyecto hidráulico se debe satisfacer las necesidades requeridas en un proceso, a través de los circuitos. Para ello será preciso mostrar el desarrollo de la secuencia completa del ciclo a través de las diferentes fases o etapas que se requieren.

Para diseñar un circuito es necesaria una primera fase en la que se obtenga un esquema del mecanismo, donde se muestre el trabajo que cada uno de los actuadores del sistema hidráulico desarrollará. Después se representará la secuencia o el orden de movimientos a través del cuadro o diagrama de estado y, a continuación, se desarrollará el circuito hidráulico preciso con los símbolos correspondientes. Para terminar el proceso de diseño, será necesario ejecutar el esquema eléctrico, subordinado a este último, que será el encargado de gobernar las secuencias del ciclo completo de trabajo.

### **2.1 BOMBAS**

Es el componente principal de un sistema hidráulico, convierte la energía mecánica en energía cinética de un fluido. La energía que se le entrega a la bomba puede ser realizada por un motor eléctrico o motor de combustión interna. El movimiento del motor en la bomba genera un vacío en la entrada de succión, provocando que la presión atmosférica empuje el fluido a través de la línea de entrada hasta llenar los componentes internos de la bomba y poniendo en circulación o movimiento el fluido, a través del puerto de descarga de la bomba hacia el sistema hidráulico. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### **2.1.1 Bombas de desplazamiento no positivo**

Este tipo de bomba tiende a cortar el flujo debido a que los espacios entre sus componentes no son cerrados. Por lo cual sólo puedan operar a presiones bajas, su capacidad de presión máxima está en un intervalo de 150 a 310 psi, y en aplicaciones de grandes volúmenes o flujos. Una de sus ventajas es que no requieren válvulas de control de presión que protejan el circuito o la misma bomba. Se clasifican en centrífugas, axiales, flujo mixto y rotor propulsor. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### **2.1.2 Bombas de desplazamiento positivo**

Este tipo de bomba es fundamental en los sistemas oleohidráulicos. Una bomba de desplazamiento positivo entrega una cantidad fija o variable de fluido y no permite que éste retorne, por cada revolución o vuelta del eje de la bomba. Lo anterior significa que mantienen o aumentan la presión como resultado de cargas en el sistema o por la resistencia al flujo debido a fricción en las líneas o restricciones. De aquí se deduce que la bomba tratará de comprimir el fluido, pero como un fluido en fase líquida es prácticamente incompresible esto causará un incremento en la presión con tendencia hacia infinito. Por lo cual se coloca una válvula de control de presión (válvula de alivio) para proteger tanto las bombas de desplazamiento positivo como todo el sistema.

Estas bombas tienen las siguientes ventajas sobre las bombas de desplazamiento no positivas:

- a. Operan a presiones altas (10 000 psi = 68.911 MPa o mayores).
- b. Eficiencia volumétrica.
- c. Tamaño pequeño o compacto.
- d. Pequeños cambios en eficiencia, en un amplio intervalo de presiones de diseño.
- e. Eficiencia total o global alta.
- f. Gran flexibilidad de funcionamiento.
- g. Flujo en un solo sentido. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Aunque en estas bombas existe gran variedad de diseños diferentes, las más utilizadas son las siguientes:

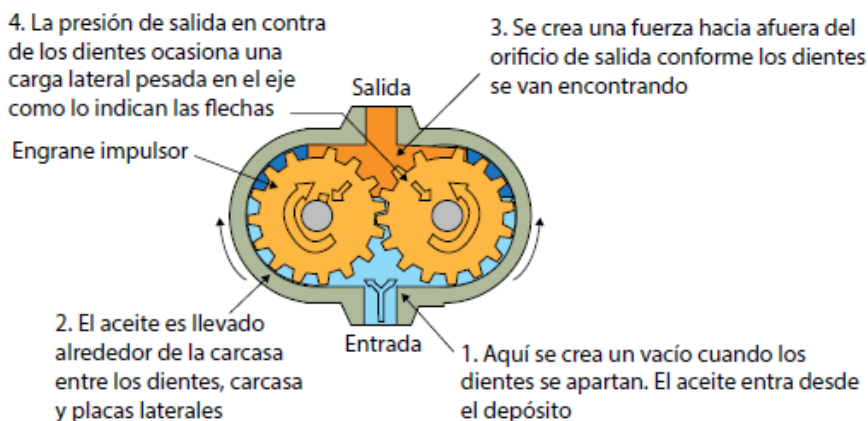


### 2.1.2.1 Bombas de engranes:

Dentro de las cuales tenemos Bombas de engranes internos, Bombas de engranes externos, Bombas de tornillo y Bombas de lóbulos que debido a las necesidades geométricas sólo se diseñan de desplazamiento fijo.

Las cuales desarrollan un flujo movido a través de los dientes de los engranajes, uno de los dientes del engrane se conecta en impulsor, un segundo engrane embona con el impulsor y así trasmite movimiento. Se forma una cámara de aceite entre los dientes de los engranes, la cascara de la bomba y los platos laterales de los engranes. En un lado de la succión.

Figura 2–1 Operación de una bomba de engranes externos

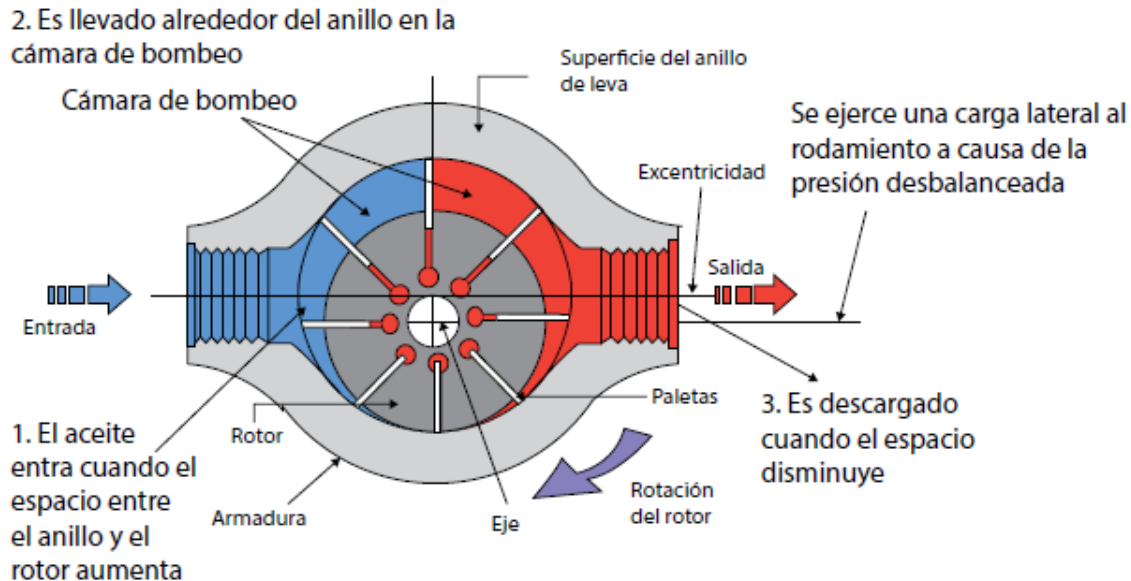


**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### 2.1.2.2 Bombas de paletas

El rotor contiene ranuras radiales y es movido por la flecha dentro de la carcasa o anillo de leva. Cada ranura contiene paletas diseñadas para tocar la superficie interna de la carcasa por una fuerza centrífuga, en cada giro del rotor. La fuerza centrífuga pone las paletas contra la superficie de la carcasa. Durante cada media revolución de rotación del rotor, el volumen entre ellos aumenta y el resultado de expandir el volumen causa una reducción de la presión. Esto genera el proceso de succión, el cual causa que el fluido se desplace a través del puerto de entrada y llene todos los espacios vacíos.

Figura 2–2 Funcionamiento de una bomba de paletas.

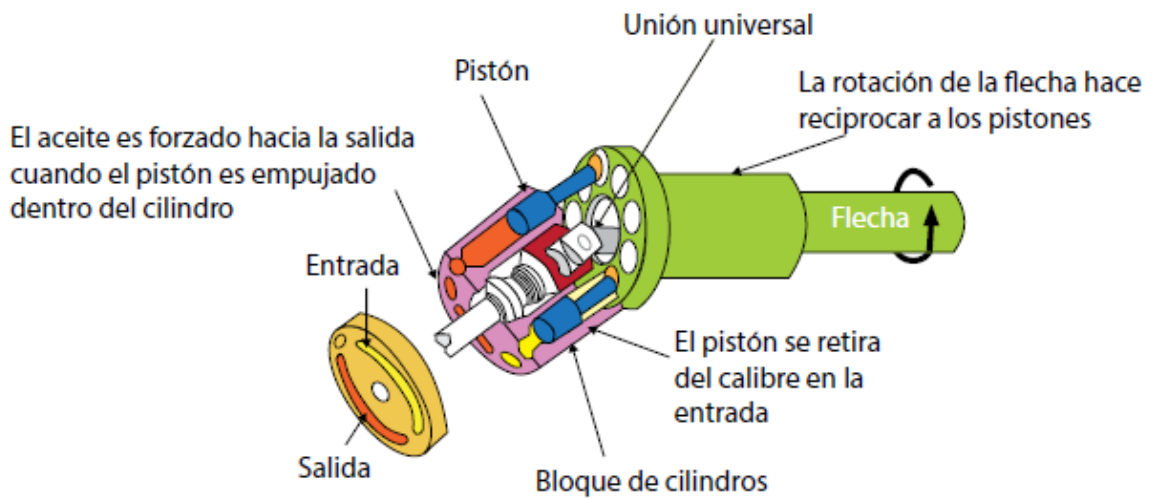


**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### 2.1.2.3 Bombas de pistones axiales

contiene un bloque cilíndrico que gira con la flecha de conducción o manejo. No obstante, la línea central del bloque cilíndrico está colocada fuera del ángulo con relación a la línea central de la flecha de conducción. El bloque cilíndrico contiene un número de pistones arreglados a lo largo de un círculo; mientras que las bieletas del pistón (vástagos) están instaladas o conectadas a la base unida con una esfera a una cavidad. Los pistones son forzados a entrar y salir de los orificios debido al cambio de distancia entre la base de la flecha de conducción y el bloque de cilindros. Esto se conecta con una unión universal al bloque de la flecha de conducción para proveer un alineamiento y un manejo positivo.

Figura 2–3 Accionamiento de la bomba de pistones de eje inclinado



**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### 2.1.3 Cavitación

Es uno de los inconvenientes con los que nos encontramos los ingenieros, en el transporte de un fluido, debido al uso de bombas además de otros como la alineación y el ruido. Esto sucede debido a la entrada de burbujas de vapor del fluido o aire, por evaporación o por un rompimiento en la tubería de succión de la bomba cuando la succión es excesiva y la presión se encuentra por debajo de la presión de saturación del fluido (usualmente cerca de  $-5$  psi). Como resultado, las burbujas de vapor, que forman una zona de presión baja en la región de entrada de la bomba, se colapsan cuando llegan a la región de descarga de alta presión, produciendo altas velocidades, fuerzas de impacto elevadas y provocando la erosión de los componentes metálicos y recortando la vida útil de la bomba. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

## 2.2 MOTORES HIDRÁULICOS

Los motores hidráulicos funcionan al inverso de una bomba, debido a que extraen la energía cinética del fluido y la transforman en energía mecánica para realizar trabajo. Los parámetros más importantes para considerar son la velocidad de giro de la flecha y el torque, donde puede ser de giro limitado, unidireccional o bidireccional. El motor de giro limitado, llamado motor oscilador, puede girar a favor o en contra de las manecillas, pero su giro es menor a 360°. Mientras que un motor hidráulico bidireccional puede girar continuamente a determinadas revoluciones y está limitado por la cantidad de flujo de entrada al motor. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

La elección de un actuador rotatorio depende de tres variables iniciales que debemos tener en cuenta en el diseño:

- a. El par de torsión necesario para girar la carga en los dos sentidos de giro.
- b. El desplazamiento angular que se debe imponer sobre la carga.
- c. El tiempo necesario para completar el desplazamiento de la carga en cada sentido de giro. (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)

### 2.2.1 Principales tipos de motores

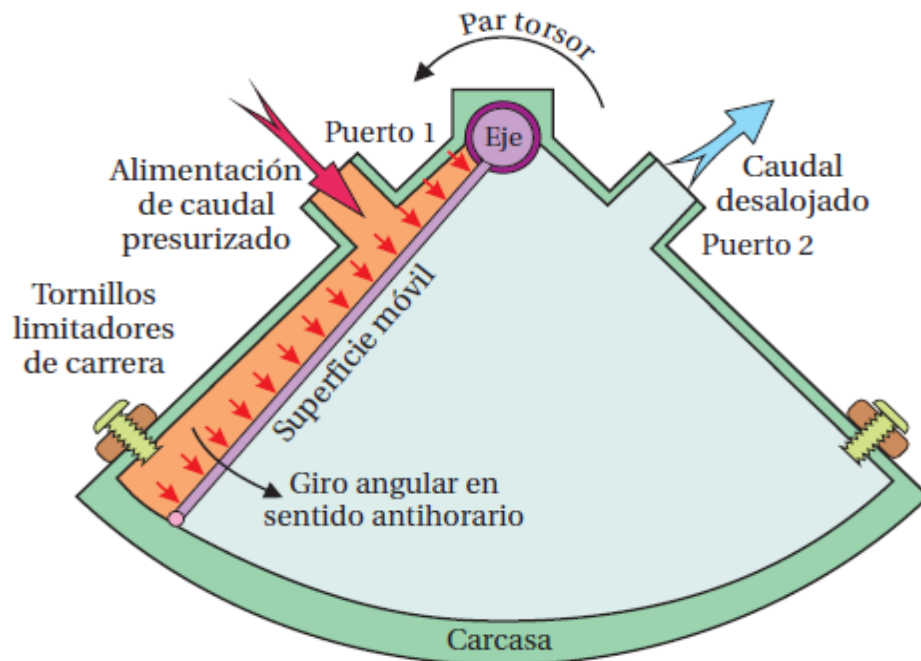
Cuando se trabaja con motores y bombas hidráulicos se puede observar que sus componentes son similares en un 99%, por lo tanto, su clasificación es similar por lo cual son de paletas, engranajes y pistones. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

#### 2.2.1.1 Motores de paletas

El torque se desarrolla por el empuje del fluido sobre una de las caras de una paleta.

En los motores de paletas, el torque se desarrolla por el empuje del fluido sobre una de las caras de una paleta. Como el fluido no se puede comprimir, la presión interna se incrementa y las paletas que están conectadas a la flecha de impulsión se deslizan hacia dentro y fuera del rotor. Cuando el fluido pega sobre la cara de las paletas, el rotor gira, manteniendo su superficie pegada sobre la carcasa interna, así la generación de una fuerza centrífuga para que el rotor empiece a girar. La acción de deslizamiento de las paletas forma un sellado entre las cámaras, las cuales arrastran el fluido desde el puerto de entrada hasta el puerto de salida.

Figura 2–4 Actuador rotatorio con una paleta



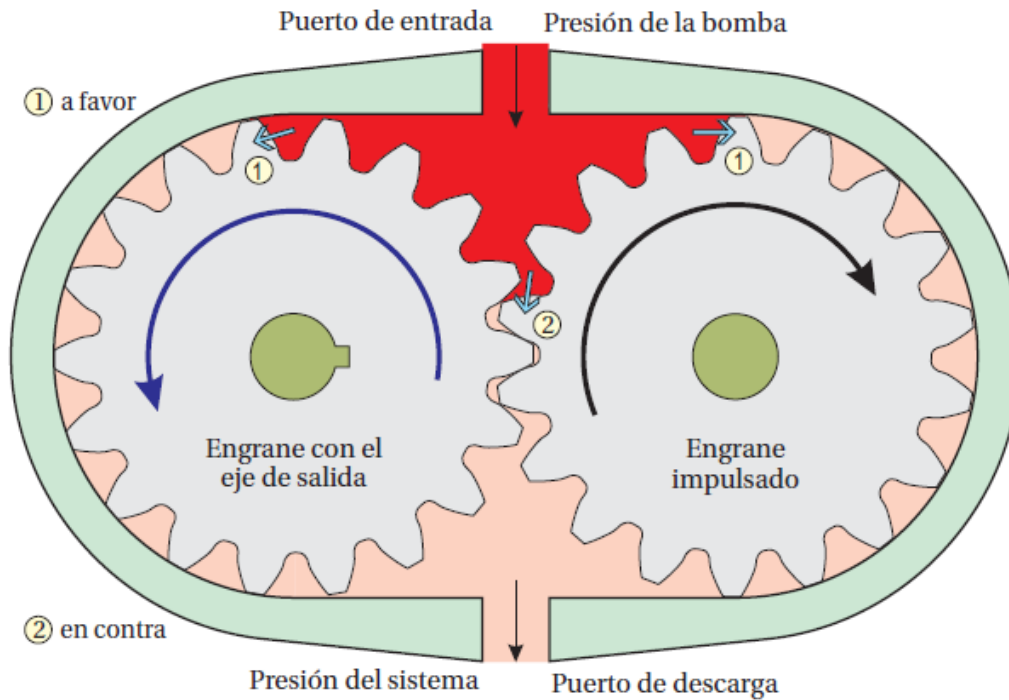
**Fuente:** (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)

### 2.2.1.2 Motores de engranes

Estos motores cuentan con puertos de entrada y salida y un equipo rotatorio formado por dos engranajes. Uno de ellos es el impulsor, se encuentra acoplado al eje de salida conectado con la carga; el otro engrane es el impulsador. La presión hidráulica, aplicada sobre los dientes produce el par de torsión que desplaza angularmente el eje del motor. el

caudal transportado desde la admisión hasta la descarga viaja tangencialmente entre los espacios de cada pareja de dientes adyacentes.

Figura 2–5 Motor hidráulico de engranes externos



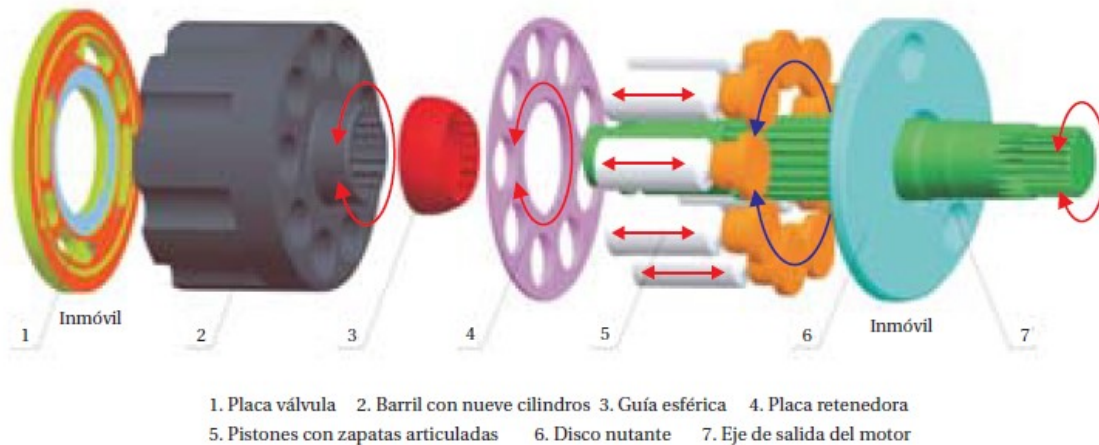
**Fuente:** (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)

### 2.2.1.3 Motores con pistones axiales

Este tipo de motores su eje se impulsa con el movimiento alternativo de los pistones. El caudal presurizado ingresa al motor y actúa sobre la cara plana de los pistones, contenidos en el bloque de cilindros. En el diseño el eje del motor y el bloque de cilindros están alineados sobre el mismo eje. La fuerza de presión aplicada sobre cada pistón comprime las zapatas sobre un disco inclinado.

El contacto de la zapata con el disco transmite una fuerza con una componente tangencial, el cual aplica un momento y desplaza angularmente al bloque de cilindros que este acoplado al eje del motor. (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)

Figura 2–6 Motor con pistones axiales en línea



**Fuente:** (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)

## 2.3 VÁLVULAS HIDRÁULICAS

Las válvulas se pueden clasificar dependiendo de la función que desempeñara en el sistema hidráulico.

### 2.3.1 Válvulas de control de presión

Desempeñan en si dos funciones diferentes una es limitar la presión máxima del sistema y la otra es regular por debajo de la presión de alivio ciertas partes del circuito. También cumplen otras funciones dependiendo de cómo se monte el sistema hidráulico. El funcionamiento de este tipo de válvulas se basa en el balance ente la presión y la fuerza de un resorte.

Según su función principal, las válvulas de control de presión se clasifican en:

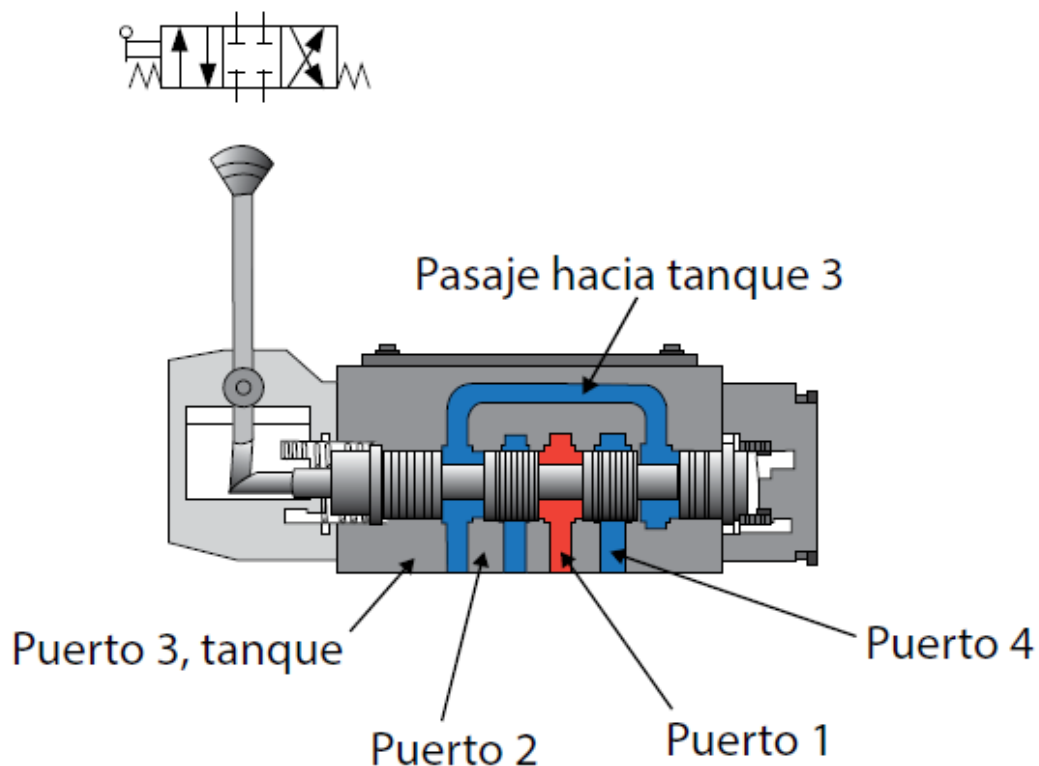
- Válvula limitadora de presión
- Válvulas de descarga.
- Válvulas de secuencia.

- Válvulas de contrapresión.
- Válvula de frenado.
- Válvulas de reductora o reguladora de presión.

### 2.3.2 Válvulas de control direccional

También llamadas distribuidoras, son elementos de cierre o apertura, así como el cambio del flujo en sí mismo a través de sus componentes internos, dichas válvulas pueden ser configuradas por el número de posiciones y vías. Estas válvulas no regulan el flujo ni la presión, solo el sentido en que se mueve el fluido. (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Figura 2–7 Válvula direccional 4/3 vías, activada por palanca



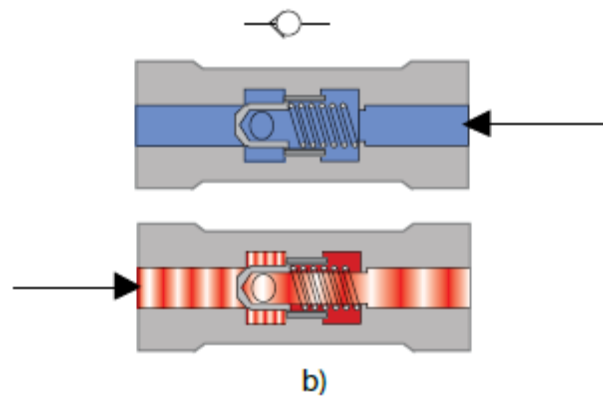
**Fuente:** (Aragón González, Canales Palma, & León Galicia, 2014)



### 2.3.3 Válvulas de control de flujo

Su uso es restringir el paso del fluido provocando con ello la elevación de presión, y este sucede si se utiliza una bomba de desplazamiento positivo. Son de tipo unidireccional ya que solo dejan pasar el fluido en un solo sentido. Se clasifican en válvulas de bloque o check, y válvula selectora o de función lógica “O”.

Figura 2–8 Válvula check



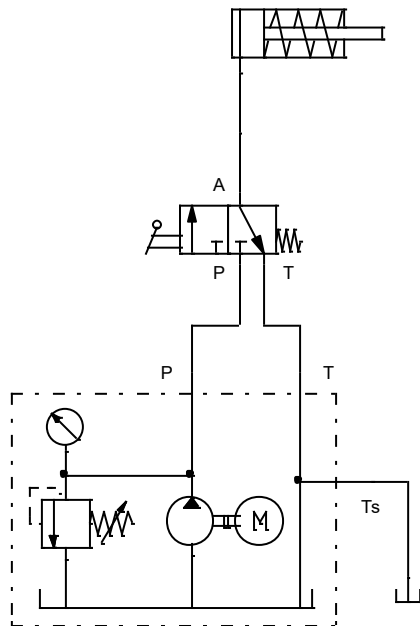
**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

### 3. CIRCUITOS HIDRÁULICOS

En este capítulo se analizarán diferentes tipos de circuitos hidráulicos para distintas aplicaciones, describiendo su funcionamiento y la función de sus elementos principales.

#### 3.1 CONTROL DE UN CILINDRO HIDRÁULICO

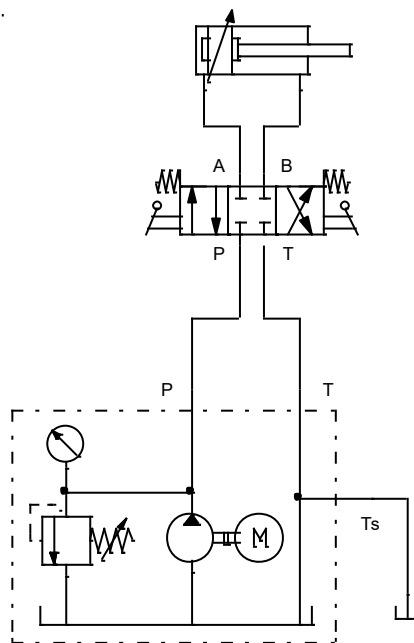
Figura 3-1 Control de un pistón de simple efecto



Fuente: El autor

La figura 3-1 muestra un grupo hidráulico para el suministro constante de caudal volumétrico preestablecido, la cual cuenta con una válvula limitadora para mantener una presión de servicio, una bomba y un motor acoplado a ella para entregar potencia hidráulica al sistema, el cual tiene una válvula de 3/2 de operación manual para poder dirigir el fluido hidráulico al actuador lineal el cual efectúa su carrera al ser alimentado con el flujo a través de la válvula y el retorno lo realiza debido al resorte interno que regresa la el vástago cuando el fluido cesa.

Figura 3–2 Control cilindro de doble efecto



**Fuente:** El autor

La figura 3-2 muestra en control de un cilindro hidráulico de doble efecto el cual tiene una unidad de potencia, una Válvula cuádruple de 3 vías para controlar cilindro accionada manualmente y con retorno por muelle al centro con lo cual permite que en la posición central el vástago no se retorne cuando se ejerce una fuerza externa sobre él.

## 4. DISEÑO DE BANCO HIDRÁULICO

Para el proceso de diseño se implementó de acuerdo con las necesidades de un sistema educativo, entre los cuales se debe tener protección a los operarios los cuales son los estudiantes, por lo cual el sistema es vasado en presiones bajas en comparación con las aplicaciones industriales que tiene la potencia hidráulica, pero que a su vez ayuda al proceso de enseñanza aprendizaje que debe tener el ingeniero electromecánica de la Universidad Antonio Nariño.

### 4.1 LOS ACTUADORES

Como se determinó en el objetivo principal es el diseño del sistema es para actuadores lineales ya que son fáciles de encontrar, construir y de bajo costo. Por lo cual se tomaron como referencia dos tipos de cilindros, uno de simple efecto y dos de doble efecto que son suficientes para la realización de las practicas que lleva la materia de Oleohidráulica en el programa de ingeniería electromecánica.

#### 4.1.1 Cilindro de simple efecto:

Se tomo un cilindro marca Bastishop hydraulics 100 Cilindro simple efecto 25-32/40-100

El cual tiene las siguientes características.

Diámetro del vástago: 25mm

Presión de trabajo: 200 bar

Diámetro interior: 32mm

Velocidad: 0.5 m/s.

Diámetro exterior: 40mm

Temperatura de trabajo: -25° a 80°.

Carrera: 10mm

Fluido: aceite mineral

Figura 4–1 Cilindro simple efecto 25-32/40-100



**Fuente:** (Bastimec hydraulics, 2020)

#### 4.1.2 Cilindro de doble efecto:

Se tomo un cilindro marca Bastishop hydraulics 200 Cilindro Doble efecto 25-40/50-100

El cual tiene las siguientes características.

Diámetro del vástago: 25mm

Presión de trabajo: 200 bar

Diámetro interior: 40mm

Velocidad: 0.5 m/s.

Diámetro exterior: 50mm

Temperatura de trabajo: -25° a 80°.

Carrera: 100mm

Fluido: aceite mineral

Figura 4–2 Cilindro de. 25-40/50-100



**Fuente:** (Bastimec hydraulics, 2020)

## 4.2 CALCULO DEL CAUDAL

Con los actuadores y la información de estos y el caudal máximo de la bomba se pueden realizar el de la velocidad mínima del sistema la cual es cuando los 3 actuadores están trabajando.

Recordando que para el gasto del caudal necesario se puede calcular partiendo de la velocidad de avance el vástago y el área del cilindro entonces se tiene que la velocidad mínima del sistema cuando todos los actuadores están activos es:

$$40mm \cdot \frac{1m}{1000mm} = 0.04m$$

$$A = \frac{\pi}{4}(D_i)^2 = \frac{\pi}{4}(0.04m)^2 = 0,001257m^2$$

Debido a que el caudal  $Q_a$  es el de un solo actuado, y teniendo en cuenta que los dos actuadores restantes tienen las mismas dimensiones el caudal total debe ser repartido en los 3 actuadores por lo cual.

$$Q_a = \frac{0,00009m^3/s}{3} = 0,00003m^3/s$$

Es el caudal por cada actuador con esto podemos encontrar la velocidad mínima de cada actuador

$$v = \frac{Q_{max}}{A} = \frac{0,00003m^3/s}{0,001257m^2} = \frac{0,0238m}{s} = 2,38 \text{ cm/s}$$

Se encuentra la velocidad mínima ya que es cuando todos los actuadores están activos al tiempo, por lo cual la velocidad puede aumentar si se usan en intervalos de tiempo diferentes.

### 4.3 CALCULO DE LA FUERZA

El cálculo de la fuerza máxima se realiza teniendo en cuenta una presión mínima de la bomba dentro de las cuales tomamos una de 50 bar que equivalen a 725.19 psi los cuales aproximaremos para los cálculos a 725 psi, aunque en algunos casos se trabaja con  $N/m^2$  en la cual es equivalente a  $5,000.000N/m^2$ .

$$F = P \cdot A = \frac{5000000N}{m^2} \cdot 0,001257m^2 = 6285 \text{ N}$$

$$P_{psi} = \frac{5000000N}{m^2} \cdot \frac{0,000145038psi}{\frac{N}{m^2}} = 725psi$$

### 4.4 ELECCIÓN DE TIPO DE BOMBA

Para la elección de la bomba se deben comparar unos factores importantes como son el rango de presión, rango de velocidad, eficiencia y su capacidad.

En la siguiente tabla muestra esta comparación en los diferentes tipos de bombas.

Tabla 1 Comparación de la eficiencia y variables volumétricas

Tipos de bomba	Rango de presión (psi)	Rango de Velocidad (rpm)	Eficiencia total (%)	Capacidad (gpm)
Engranés externos	1900-3100	1200-2500	81- 92	1-150
Engranés internos	500-2100	1200-2500	72-87	1-200
Paletas	1000-2000	1200-1800	82-93	1-80
Pistones auxiliares	2000-12000	1200-3000	90-98	1-200
Pistones radiales	3000-12000	1200-1800	87-97	1-200

**Fuente:** (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Teniendo en cuenta esta comparación de toma el de engranes internos debido a que el rango de presión es bajo por lo cual es menos inseguro para el uso de un laboratorio en el cual el estudiante es un aprendiz el cual no puede estar expuesto a presiones grandes. Esto es complejo ya que la industria hidráulica se trabajan presiones grandes por lo cual se tomará la siguiente bomba de engranes internos.

Se toma como referencia una bomba Duplomatic Oleodinámica la cual es una bomba de engranes internos serie 10 con los siguientes datos.

Según configuración de referencia según manual IGP003-/-R01/10

A continuación, se muestran las características importantes para el desarrollo

Fluido hidráulico: Aceite mineral HLP según DIN 51524.

Rango de temperatura del fluido: máxima +50 °C.

Rango de viscosidad: 10 hasta 2000 cSt.

Clase de pureza: según NAS 1638 Clase 7.

Cilindrada: 21 cm<sup>3</sup>/vuelta

Caudal máximo a 1500 rpm 5,4 l/min

Rango de velocidad: 400 a 3600 rpm.

Presión servicio absoluta de entrada: 0,8 bar.

Presión de salida: 330 bar. (Duplomatic, 2020)

Las gráficas a continuación son obtenidas con velocidad de rotación de bomba =1500rpm y con aceite mineral con viscosidad de 46 cSt a 40°C.

Figura 4–3 Curvas de Caudal/presión

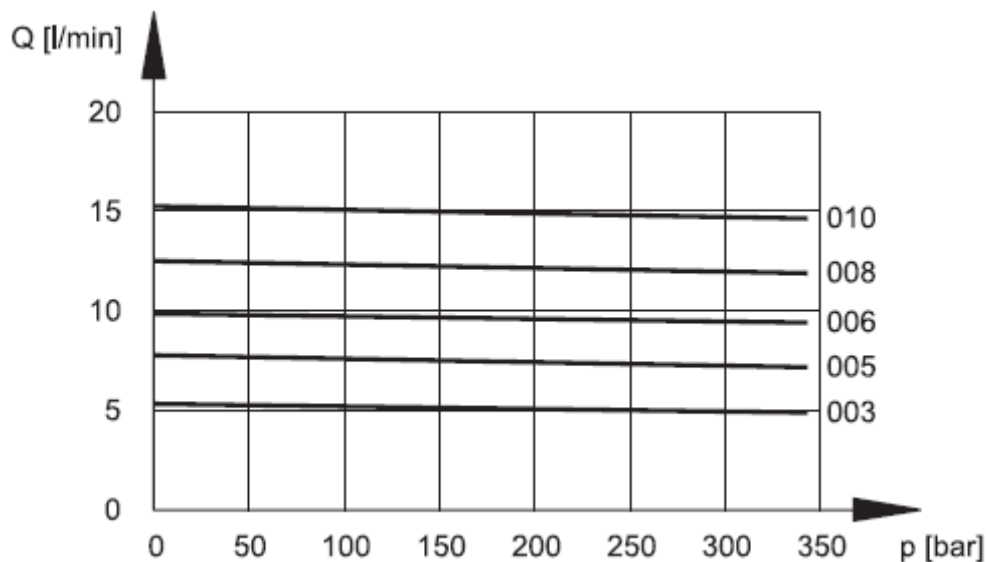
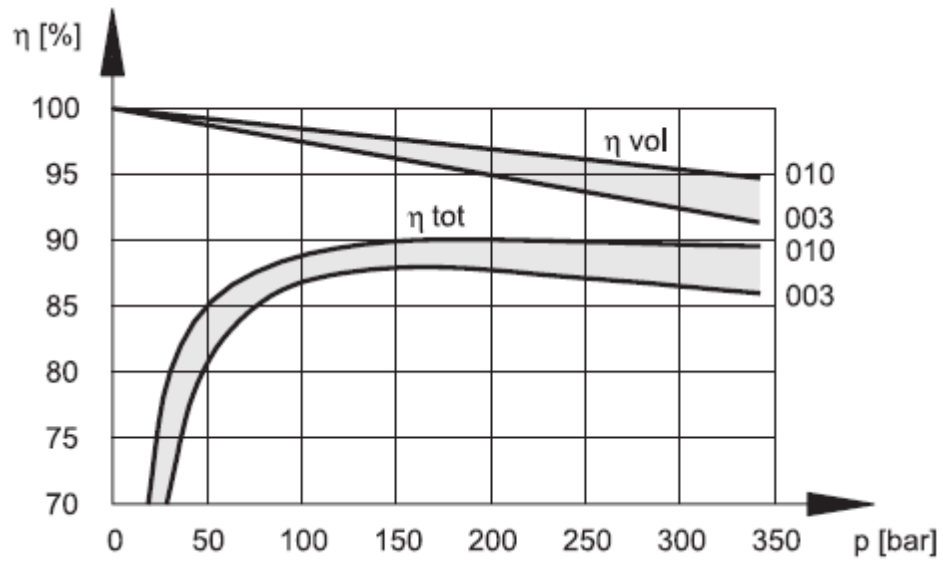


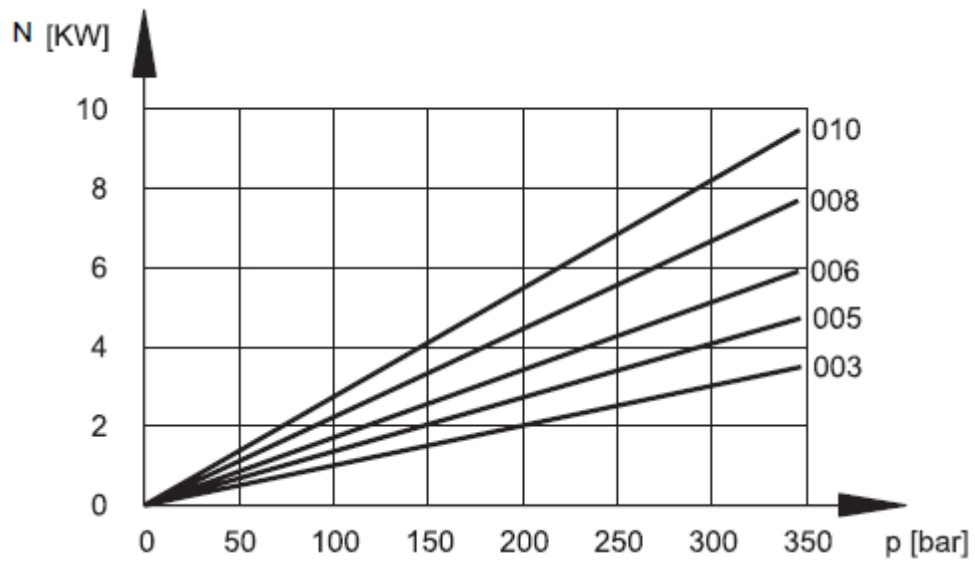


Figura 4–4 Rendimiento Volumétrico y total



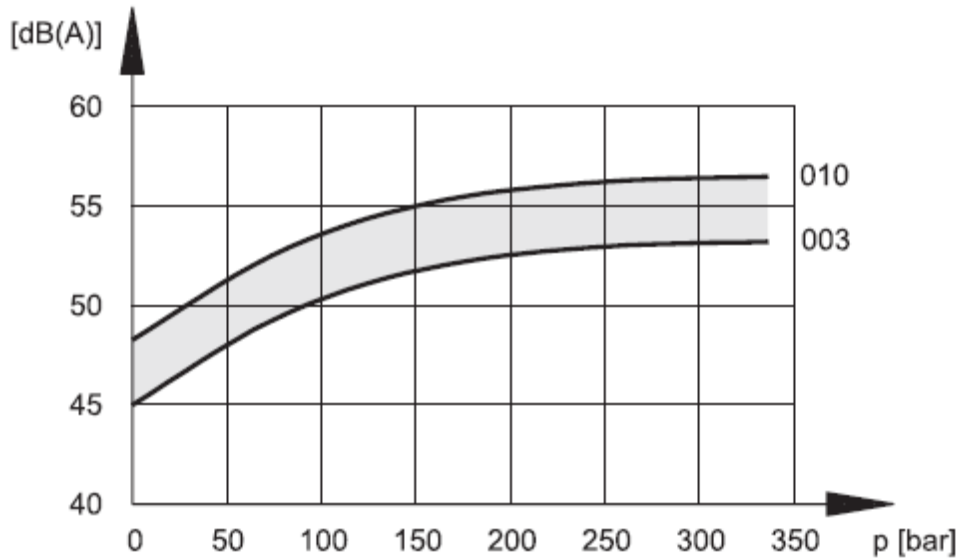
Fuente: (Diplomatic, 2020)

Figura 4–5 Potencia Absorbida



Fuente: (Diplomatic, 2020)

Figura 4–6 Nivel de ruido



Fuente: (Duplomatic, 2020)

Con la gráfica figura 4-4 Rendimiento Volumétrico y total se pueden obtener la eficiencia total de la bomba la cual es de 80%, y la Eficiencia volumétrica de 98%.

Con esta información podemos calcular la eficiencia mecánica de la bomba.

$$\eta_{mec} = \frac{\eta_{total}}{\eta_v} \cdot 100 = \frac{80\%}{98\%} \cdot 100 = 81,63\%$$

Con los datos de la bomba podemos encontrar el torque requerido por la bomba sin tener en cuenta las perdidas la potencia de la bomba es tomada de la Figura 4–5 Potencia absorbida.

$$P_{H[HP]} = \frac{Q(gpm) \cdot P(psi)}{1714} = \frac{1,427gpm \cdot 725psi}{1714} = 0,603HP$$

La bomba entrega al fluido una potencia de 0,603 Hp, Con estos datos se obtiene la potencia requerida por la bomba la cual es la potencia del motor eléctrico a usar.

$$P_{E[HP]} = \frac{P_{H[HP]}}{\eta_T} \cdot 100 = \frac{0,603HP}{80\%} \cdot 100 = 0,754HP$$

Para la selección del motor se toma una de 1HP ya que es comercial.

El torque que entrega el motor se puede calcular como:

$$T_T(N_m) = \frac{\text{Potencia real entregada motor [W]}}{\omega[\text{rad/s}]} = \frac{563W}{\frac{2\pi}{60}(1500\text{rpm})} = 3,58N_m$$

## 4.5 CALCULO DEL TAMAÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

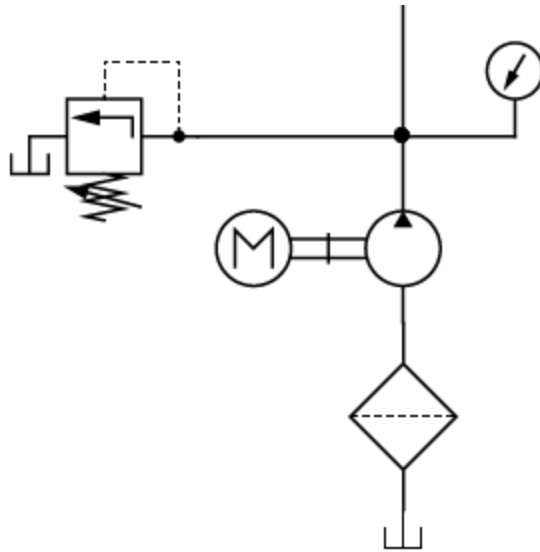
Para el cálculo del volumen del tanque se usa una formula empírica la cual determina que para el volumen del tanque se usa de tres veces el tamaño del caudal de la bomba por lo cual como el sistema requiere en caudal de 1,427gpm entonces el tamaño del depósito o volumen es:

$$V_T[\text{gpm}] = 3 * Q(\text{gpm}) = 3 * (1,427\text{gpm}) = 4,281 \text{ gal}$$

Por lo cual se deben tener un tanque de 5 galones. Y se tendrá en cuenta un tanque abierto.

### 4.5.1 Tipo de filtrado

Para la unidad de potencia se tomó como un diseño el cual cuenta con un filtro de aspiración interno se baja presión lo cual es más económico por no requerir soportar altas presiones, lo cual es un filtro con flujo proporcional de localización simple.



Fuente: el autor

Como se ve en la figura el filtro se encuentra en el tubo de aspiración por lo cual solo cuenta con una presión de succión de la bomba en el tubo que lleva el aceite a la bomba acoplada al motor eléctrico, además de una válvula limitadora de presión y un indicador de presión del sistema.

## 4.6 SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Como se mencionó anteriormente las válvulas dependen del uso de trabajo y el manejo de los cilindros por lo cual se tomaron en conjunto diferentes válvulas que pueden mejorar el aprendizaje y el manejo en general de los cilindros hidráulicos, por lo cual se deben tener en cuenta los diferentes tipos de válvulas.

### 4.6.1 Válvulas de control de presión.

Como el sistema tiene la necesidad de reducir la presión máxima generada por la bomba se requiere de una válvula de control de presión la cual debe mantener la presión en 725

psi, ya que como se mencionó la presión debe ser baja para evitar accidentes graves si llegasen a ocurrir.

Como referencia se toma una válvula reguladora de presión de accionamiento directo VMD 20 MTC HYDRAULIC VALVES.

Figura 4–7 Válvula reguladora de presión VMD 20



Fuente: (MTC hydraulic valves, 2020)

Para la elección se deben seleccionar un código de orden:

VMD-20-01-N-A-2

La cual regula la presión en un rango de 5 a 50 bar. Por lo cual es apta para el sistema a diseñar. Además, con conexión de rosca NPT de 1/4.

#### 4.6.2 Válvulas de control de fluido

Son usadas para regular el caudal aplicado a los cilindros del sistema, nos sirven para realizar distintas prácticas y controlar la velocidad del vástago. Para lo cual se tomó como referencia una válvula VRFU 90. Con un código de pedido VRFU90 01-N la cual es rosca NPT de 1/4.

Figura 4–8 válvula control de flujo VRFU90

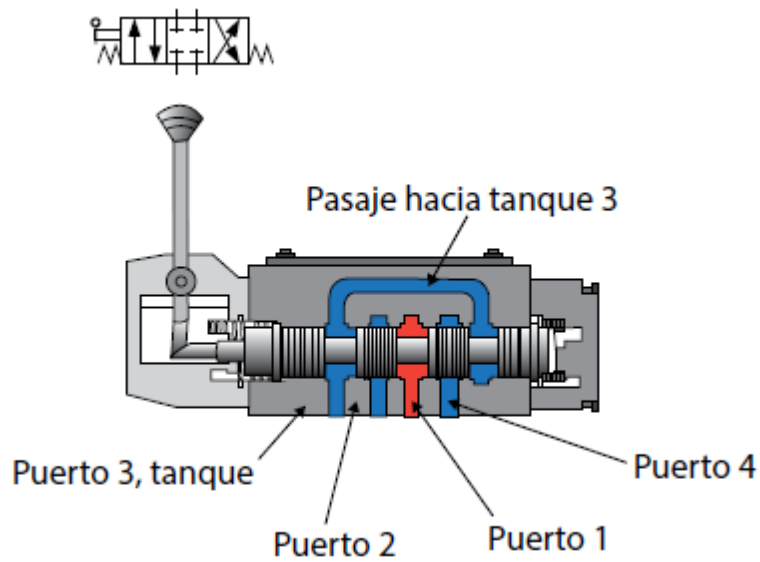


Fuente: (Bastimec hydraulics, 2020)

### 4.6.3 Válvulas de control direccional

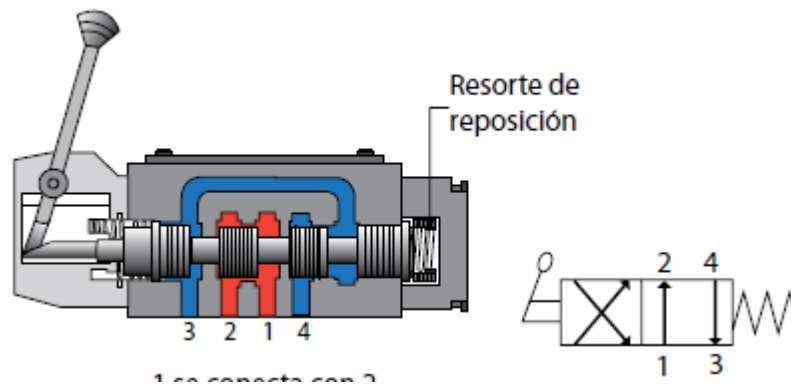
Para la elección de las válvulas se tomaron tres válvulas manuales una de 4/2 con activación por palanca y retorno por muelle, y una de 4/3 con activación por palanca las cuales consideramos son usuales en los sistemas hidráulicos y por lo cual satisfacen las necesidades para la enseñanza de los sistemas hidráulicos.

Para la primera es una válvula direccional de 4/3 activada por palanca centrada por resortes, con centro cerrado.



Fuente: (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

La segunda es una válvula de 4/2 cuatro vías dos posiciones con flujo cruzado, y otra La 4/2 con flujo cruzado en una vía y cerrado en la segunda.



Fuente: (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)

Estas válvulas controlan la dirección del fluido y con ello permiten el accionamiento de los cilindros hidráulicos.

## 4.7 OTROS ELEMENTOS

### 4.7.1 Manómetros

Es un elemento importante de control de presión del sistema por lo cual se toma para realizar análisis en el sistema cuatro manómetros de máximo 50 bar y uno general de 200 bar para el total del sistema, estos manómetros con conector NPT de 1/4.

Figura 4–9 Manómetro



Fuente: (Guevara Castillo, Franco Quintanilla, & Garza Castaño, 2016)



## 4.7.2 Mangueras

¡Para la conexión entre los elementos del sistema se puede usar manguera SAE 100 R1 de 1/4 por lo cual se requiere de 10 metros aproximadamente para el montaje.

Figura 4–10 Manguera SAE 100 R1



(MTC hydraulic valves, 2020)

## 4.7.3 Conectores hidráulicos

Son conectores que van al final de la manguera y para unir los componentes del sistema hidráulico. Esto depende de la posición final que se les den a los cilindros dentro del sistema hidráulico por lo cual solo se mencionan ya que no se tiene cuantos elementos del sistema requieren de un conector.

Figura 4–11 conectores Hidráulicos



Fuente: (MTC hydraulic valves, 2020)

## 4.8 SIMULACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO

Teniendo en cuenta los elementos seleccionados podemos realizar una simulación del sistema hidráulico el cual nos llevara a una verificación de el buen funcionamiento del sistema y poder realizar conclusiones al rededor del proyecto, por lo cual se tomó uno de los software más utilizados en la enseñanza de los sistemas hidráulicos FludSIM-Hidráulica de la empresa Festo, es un software que permite aplicar las fuerzas externas a los cilindros, adicionar perdidas, fluido, presión y caudal, principales elementos necesarios para el diseño y por lo cual podemos comprobar el cálculo realizado para la toma de los elementos del proyecto.

La siguiente imagen se muestra la imagen completa del sistema montado en el software el cual cuenta con los elementos descritos anteriormente, en el cual se tiene un cilindro de simple efecto con su válvula de control de movimiento, dos cilindros de doble efecto con su válvula distribuidora y dos se control de flujo en los cilindros uno y dos.

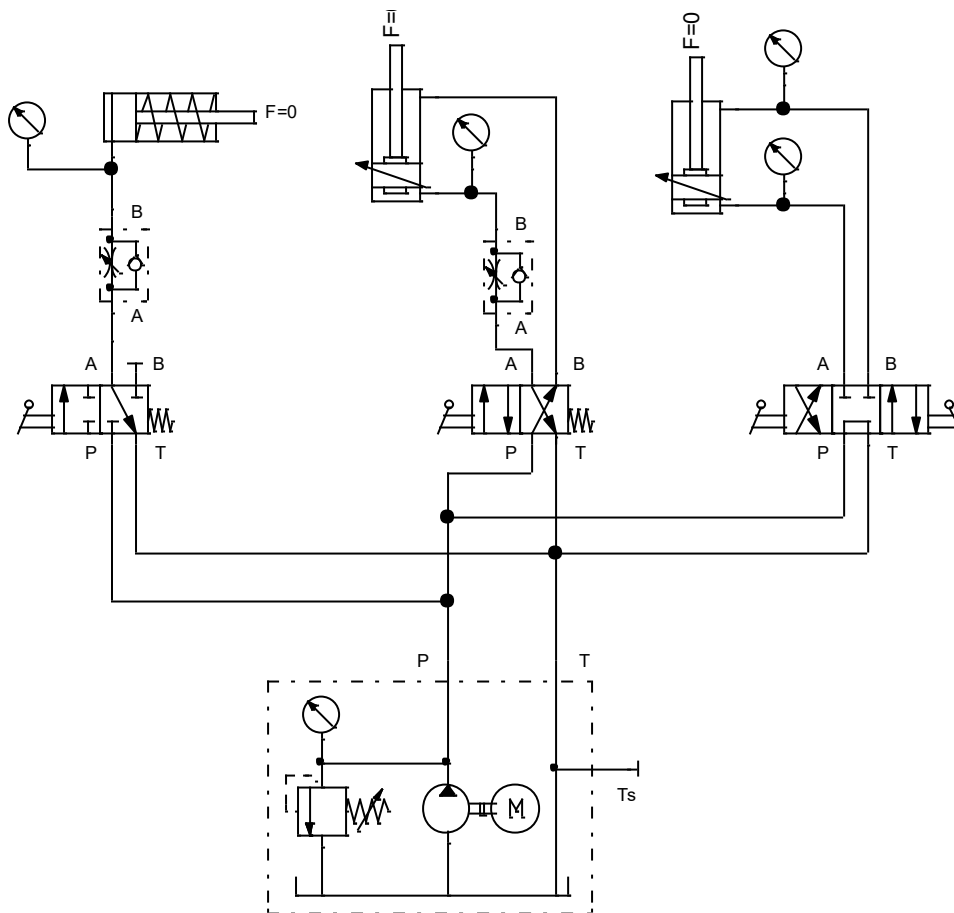
Además, cuenta con su válvula de control de presión en el sistema de potencia hidráulica.

En el cual se configuro el motor hidráulico y las cargas en los cilindros para realzar una comprobación del sistema sin contar las perdidas, ya que el sistema se encuentra limitado no por sus componentes sino por la seguridad de los estudiantes, por lo cual si se requiere

de mayor potencia hidráulica solo es modificar la válvula de regulación de presión con la que cuenta.

Después de realizar en análisis de simulación se comprobó que el sistema cumple con los requerimientos establecidos.

Figura 4-12 banco hidráulico



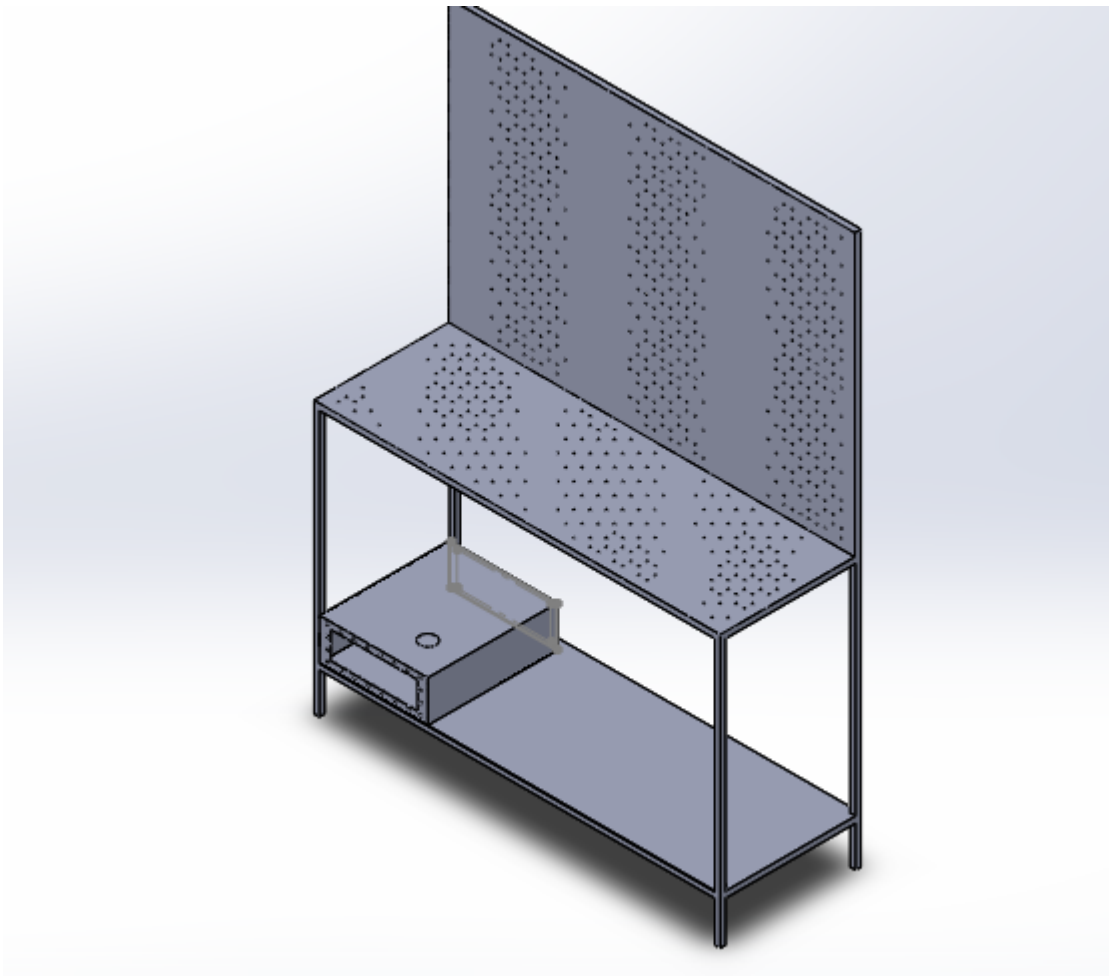
Fuente: el Autor

Además de esto se entrega n diseño del banco con sus dimensiones el cual fue realizado en el software SolidWorks, el cual nos ayuda a realizar un bosquejo de lo que puede ser el banco hidráulico.

En el cual se tomó una rejilla para poder realizar diferentes posiciones de los cilindros para poder hacer más versátil el cálculo de diferentes sistemas hidráulicos cambiando el Angulo y posición de los mismo.

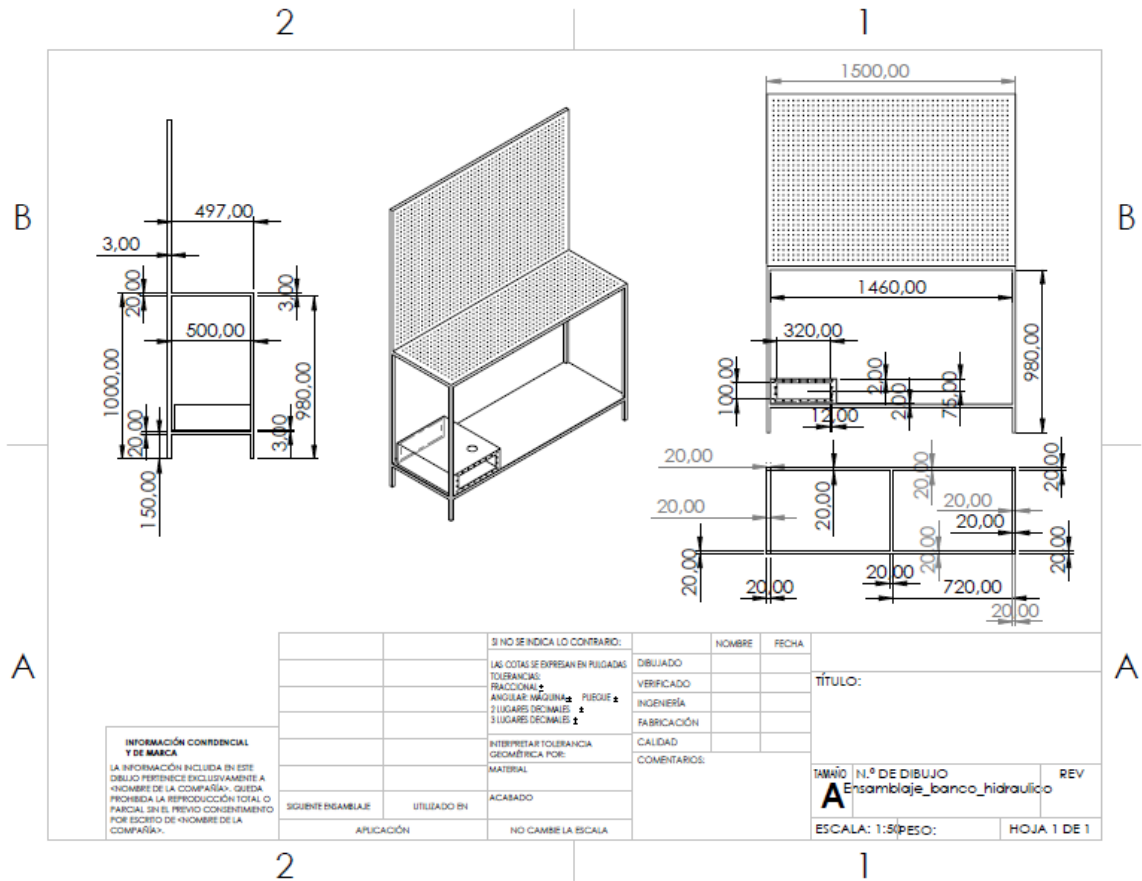
También se hace entrega del diseño de la estructura que puede ser usada para el montaje, esta estructura fue realizado en el software de SolidWorks en la cual se realiza con una estructura tubular de una pulgada y con lamina ranurada para poder realizar las modificaciones en los diferentes ángulos y posiciones posibles.

Figura 4–13 Estructura del Banco



Fuente: el Autor

Figura 4–14 plano banco hidráulico



Fuente: el Autor



# 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 Conclusiones

La estructura metálica fue realizada en SolidWorks con el fin de que cumpla con las especificaciones de fuerza y soportes para evitar daños futuros si se llegase a implementar el sistema hidráulico.

El banco permite realizar diferentes tipos de pruebas de presión y manejos de caudal y el manejo de distintas válvulas de distribución que se utilizaron para el desarrollo de la simulación.

Se diseñó el banco el cual cuenta con la limitación de potencia la cual es de máximo sin consideración de pérdidas de 1Hp y un caudal máximo de 5gpm.

Algunos elementos no se tomaron referencias de fabricantes ya que no se requieren para el cálculo ya que se tomaron pérdidas adicionales teniendo en cuenta las pérdidas que generan los mismos.

## 5.2 Recomendaciones

Se espera contar con un futuro proyecto en el cual la universidad se involucre aportando económicamente para poder llegar a tener un banco hidráulico con las normas de seguridad que se tomaron además con las características similares a las realizadas en este proyecto.

Si es necesario se puede realizar modificaciones para agregar un cuarto actuador con el fin que el banco cuente con un motor hidráulico el cual no se tuvo en cuenta por la limitación del proyecto, con la ventaja que este proyecto no requiere muchas modificaciones al respecto para la inclusión del actuador.



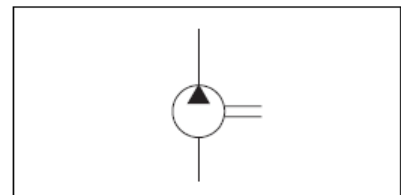
# A. Anexo: BOMBAS DE ENGRANAJES INTERNOS

## CARACTERISTICAS TECNICAS

TAMANO BOMBA IGP		3	4	5	6	7
Campo cilindrada	cm <sup>3</sup> /vuelta	3,6 ÷ 10,2	13,3 ÷ 32,6	33,1 ÷ 64,9	64,1 ÷ 126,2	125,8 ÷ 251,7
Campo caudal (a 1.500 vueltas/minuto)	l/min.	5,4 ÷ 15,3	19,9 ÷ 48,9	49,6 ÷ 97,3	96,1 ÷ 189,3	188,7 ÷ 377,5
Presión de trabajo		ver tabla 3 - Prestaciones				
Velocidad de rotación		ver tabla 3 - Prestaciones				
Sentido de rotación		horario o antihorario (visto del lado eje)				
Cargas sobre el eje		para las cargas axiales y radiales consultar a nuestra Oficina Técnica				
Conexión hidráulica		uniones mediante bridas SAE J518 c cód. 61 (ver párrafo 28)				
Tipo de fijación		mediante bridas SAE J744 c				
Peso (bomba simple)	kg	4 ÷ 4,8	8,6 ÷ 11	15,5 ÷ 18,7	29,2 ÷ 35	46,5 ÷ 59

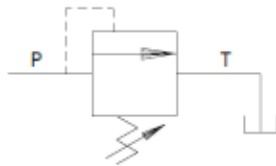
Campo temperatura ambiente	°C	-10 ÷ +60
Campo temperatura fluido	°C	-10 ÷ +80
Campo viscosidad fluido		ver punto 2.2
Viscosidad recomendada	cSt	25 ÷ 100
Grado de contaminación fluido		ver punto 2.3

## SIMBOLO HIDRAULICO





## B. Anexo: VÁLVULA DE CONTROL DE PRESIÓN



### ESEMPIO D'ORDINAZIONE

Tipo VMD20 - Dimensione 01 - Filetto 1/4 GAS  
- Molla 10-200 Bar - Grano di regolazione

**VMD20 01 B1**

Tipo VMD20 - Dimensione 02 - Filetto 3/8 NPT  
- Molla 10-200 Bar - Cappello

**VMD20 02 N B3**

### ORDERING CODE EXAMPLE

VMD20 Type - 01 Dimension - 1/4 GAS Port thread  
- 10-200 Bar Setting range - Socket screw

**VMD20 01 B1**

VMD20 Type - 02 Dimension - 3/8 NPT Port thread  
- 10-200 Bar Setting range - Protection cap

**VMD20 02 N B3**

### Applicazione

Sono utilizzate per limitare la pressione entro il valore desiderato e permettere lo scarico della portata in eccesso al serbatoio. La valvola è di tipo ad azione diretta.

### Montaggio

Collegare il ramo in pressione con la bocca P e il ramo di scarico al serbatoio con la bocca T.

### Funzionamento

Quando la pressione in P è superiore al carico della molla agente sull'otturatore il flusso in eccesso attraversa la valvola scaricando in T. Per regolare la pressione occorre: allentare il dado, avvitare il grano per aumentare la pressione o svitare per ridurre, stringere nuovamente il dado. È importante rimanere all'interno del campo di regolazione della molla scelta.

### A richiesta

Filetti metrici - Flangiatura - Piombatura della regolazione.

### NOTE COSTRUTTIVE

Cartucce della serie VMDC - Nessun trafilemento - Assenza di vibrazioni.

### Application

Relief valves are used to keep the pressure within the preset value and to allow the excess flow to be released to tank.

They are direct acting type.

### Installation

Connect the pressure line to port P and the tank line to port T.

### Operation

When pressure to P is higher than the spring setting, the excess flow is allowed straight through the valve and then released to T. To adjust pressure simply loosen the nut, tighten the adjusting screw to increase pressure or loosen it to reduce pressure, then tighten the nut again. Adjustment operation must be carried out within the spring setting range only.

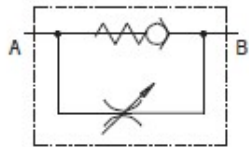
### Optional

Metric threads - face mounting - lockwire.

### FEATURES

VMDC cartridge type - no leakage - no vibrations.

## C. Anexo: Válvula reguladora unidireccional



### ESEMPIO D'ORDINAZIONE

Dimensione 01 - Filetto 1/4 GAS

**VRFU90 01**

Dimensione 015 - Filetto 9/16-18 SAE

**VRFU90 015 S**

### ORDERING CODE EXAMPLE

01 Dimension - 1/4 GAS Port thread

**VRFU90 01**

015 Dimension - 9/16-18 SAE Port thread

**VRFU90 015 S**

### Applicazione

Sono utilizzate per regolare la velocità di un attuatore in un senso e permettere il ritorno libero nella direzione opposta. Regolazione molto sensibile.

### Montaggio

Collegare la bocca dell'attuatore da regolare alla bocca B e l'alimentazione alla bocca A.

### Funzionamento

Alimentando la bocca A si ottiene il flusso regolato sulla bocca B. In senso opposto da B verso A il flusso passa libero. Per regolare la portata allentare il grano di fermo ed agire lentamente sulla manopola nel senso desiderato. Riportare il grano di fermo in posizione per mantenere i valori impostati anche in presenza di vibrazioni.

### A richiesta

Corpo in acciaio brunito - Filetti metrici - Molle 4 bar - Molla 8 bar - Ghiera per applicazione passaparete.

### NOTE COSTRUTTIVE

Corpo in acciaio zincato - Componenti interni trattati termicamente - Tenuta con otturatore - Non accetta trafilemento.

### Application

This valve adjusts the flow speed in one direction. In the opposite direction the flow is free. Good quality graduated adjustment.

### Installation

Connect actuator port to control with B valve port and pressure flow with A port.

### Operation

When pressure flow goes from A port to B port it adjusts the actuator speed. In the opposite direction, from B to A the flow is free.

To adjust the flow screw out the stop socket screw and turn the handknob in the desired direction slowly. Screw down the stop socket screw to maintain the settings also in case vibrations occur.

### Optional

Black zinc plated - Metric thread - 4 Bar Spring set - 8 Bar Spring set - Ring nut for application to a wall.

### FEATURES

Zinc plated - Steel body - No leakage - Hardened internal components - Poppet type.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Aragón González, G., Canales Palma, A., & León Galicia, A. (2014). *Introducción a la Potencia Fluida*. España: Reverté.

Bastimec hydraulics. (11 de 04 de 2020). *Bastimec hydraulics*. Obtenido de <https://www.bastimec.com/>

Creus Solé, A. (2008). *Neumatica e hidráulica*. España: Marcombo.

Duplomatic. (11 de 04 de 2020). Bombas de engranes internos serie 10. Via Mario Re Depalini, Parabiago, Italy.

Guevara Castillo, F. J., Franco Quintanilla, J. A., & Garza Castaño, D. (2016). *Potencia Fluida*. Mexico: Person Educación.

MTC hydraulic valves. (04 de 05 de 2020). *UTECSA*. Obtenido de <https://www.utecsa.cl/>: <https://www.utecsa.cl/wp-content/uploads/2013/12/VMD20.pdf>

Potter, M. C., Wiggert, D. C., & Ramadan, B. (2012). *Mecánica de fluidos*. Mexico: Cengage Learning.

Stewart, H. L., & Storer, J. M. (1979). *ABC de los circuitos hidráulicos*. Mexico: Diana.

València, E., Bergadá, J. M., & Ripoll, M. (2006). *Oleohidráulica*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.