



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CONTROL DE SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Tipo: Propuesta Tecnológica

**Presentado para optar al grado académico de:**

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**AUTORES:**

**CRISTIAN GEOVANNY CHÁVEZ ALARCÓN**  
**JEFERSON STALIN MARTÍNEZ BEJARANO**

**DIRECTOR: ING. PABLO ERNESTO MONTALVO JARAMILLO**

Riobamba – Ecuador

2019

**©2019, Cristian Geovanny Chávez Alarcón; Jeferson Stalin Martínez Bejarano**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Cristian Geovanny Chávez Alarcón y Jeferson Stalin Martínez Bejarano, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados. Como Cristian Chávez y Jeferson Martínez, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de octubre de 2019



---

**Chávez Alarcón Cristian Geovanny**  
**C.I:0604687178**



---




**Jeferson Stalin Martínez Bejarano**  
**C.I:2100608450**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Propuesta Tecnológica, **IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CONTROL DE SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**, realizado por los señores: **CRISTIAN GEOVANNY CHÁVEZ ALARCÓN Y JEFERSON STALIN MARTÍNEZ BEJARANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marcelo Antonio Jácome Valdez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		<u>2019-11-12</u>
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		<u>2019-11-12</u>
Ing. Edison Fernando Calderón Freire <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		<u>2019-11-12</u>

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a toda mi familia y en especial a mis padres, Néstor Chávez y Aida Alarcón, quiénes son un pilar fundamental en vida, que con su constante esfuerzo, amor, dedicación, sabiduría y enseñanzas me ha permitido llegar a cumplir una meta más en vida.

A mis hermanos por estar siempre presente y por todo el apoyo que, de alguna u otra forma me brindaron a lo largo de toda esta etapa.

También a todos mis profesores quienes aportaron en mi formación profesional. A mis tutores por su tiempo y apoyo en este trabajo de titulación.

**Cristian Geovanny Chávez Alarcón**

Este trabajo de titulación, culminado con esmero y sacrificio, está dedicado en primer lugar a Dios, quien es el pilar fundamental de la vida, a todas aquellas personas que confiaron en mí, en especial a mis padres, Wilson Martínez y Maritza Bejarano, quienes desde el primer momento me brindaron su apoyo incondicional, ya que su esfuerzo, consejos y ejemplo de vida, fueron cruciales en mi niñez para lograr obtener carácter de tenacidad y saber que en la vida nada es imposible, a mis hermanos Jonathan y Estefany por estar siempre junto a mí, en los malos y buenos momentos, a mis tíos que siempre estuvieron inculcándome que siga adelante y que no desmaye ante ninguna situación, a mis abuelos por sus sabios y acertados consejos, con todos ellos quedaré siempre agradecido.

**Jeferson Stalin Martínez Bejarano**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por las bendiciones recibidas durante en el transcurso de vida académica y personal, por permitirme culminar con éxito mi trabajo de titulación.

A mi familia, especialmente a mis padres quienes con sus valores y principios me han apoyado de diversas formas para alcanzar este objetivo. Toda mi Gratitud hacia ustedes.

A todos los docentes que conforman la escuela de Ingeniera de Mantenimiento quienes durante mi formación académica de la carrera han impartido sus conocimientos. De forma particular a nuestro director del trabajo de titulación, Ing. Pablo Montalvo y Asesor Ing. Edison Calderón por brindarnos sus concomimientos para la culminación del mismo.

**Cristian Geovanny Chávez Alarcón**

Primero que nada quiero dar un respetuoso e inmenso agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y a su Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, quien fue la Institución que forjó mis conocimientos obtenidos, durante todo el proceso de estudios en mi vida, logrando ser una mejor persona y desarrollándome como un excelente profesional, también quiero agradecer a cada uno de los maestros que impartieron sus conocimientos en cada una de las etapas de la carrera, ya que la enseñanza es un trabajo arduo y complicado, a mi director de tesis Ing. Pablo Montalvo Jaramillo, a mi tutor Ing. Edison Calderón y a todos los ingenieros que fueron parte de este trabajo de titulación, los cuales ofrecieron su tiempo y asesoramiento para que el mismo, sea un aporte a la sociedad y logre mejorar mi desenvolvimiento laboral, como Ingeniero de Mantenimiento. Infinitamente gracias.

**Jeferson Stalin Martínez Bejarano**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Oleohidráulica .....	4
2.1.1 <i>Ventajas</i> .....	4
2.1.2 <i>Aplicaciones</i> .....	5
2.2 Clasificación de la oleohidráulica .....	5
2.3 Sistema oleohidráulico .....	5
2.4 Instalaciones hidráulicas .....	6

<b>2.4.1</b>	<b><i>Depósito de aceite hidráulico.....</i></b>	<b>7</b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>Filtros.....</i></b>	<b>7</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>Bomba y Motor.....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.4.4</b>	<b><i>Mangueras flexibles, tuberías o cañerías .....</i></b>	<b>9</b>
<b>2.4.5</b>	<b><i>Válvulas hidráulicas.....</i></b>	<b>9</b>
<b>2.4.6</b>	<b><i>Actuadores.....</i></b>	<b>10</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Fluidos hidráulicos .....</i></b>	<b>11</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>Clasificación de los fluidos hidráulicos .....</i></b>	<b>11</b>
<b>2.5.1.1</b>	<b><i>Fluidos hidráulicos de base acuosa.....</i></b>	<b>11</b>
<b>2.5.1.2</b>	<b><i>Fluidos sintéticos no acuosos .....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.5.1.3</b>	<b><i>Aceites minerales o sintéticos .....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.5.2</b>	<b><i>Propiedades de los fluidos hidráulicos.....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.6</b>	<b><i>Elementos de control .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.6.1</b>	<b><i>Válvulas direccionales .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.6.1.1</b>	<b><i>Notación de una válvula de control direccional hidráulica .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.6.1.2</b>	<b><i>Formas de actuación de las válvulas de control direccional .....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.6.2</b>	<b><i>Válvulas de presión .....</i></b>	<b>15</b>
<b>2.6.3</b>	<b><i>Válvulas de caudal .....</i></b>	<b>15</b>
<b>2.7</b>	<b><i>Actuadores.....</i></b>	<b>16</b>
<b>2.7.1</b>	<b><i>Cilindros hidráulicos .....</i></b>	<b>16</b>
<b>2.7.1.1</b>	<b><i>Cilindros de simple efecto .....</i></b>	<b>16</b>
<b>2.7.1.2</b>	<b><i>Cilindros de doble efecto.....</i></b>	<b>17</b>
<b>2.7.1.3</b>	<b><i>Cilindros telescópicos. ....</i></b>	<b>17</b>



<b>2.7.2</b>	<b><i>Motores hidráulicos</i></b> .....	<b>17</b>
2.7.2.1	<i>Motor hidráulico con pistones axiales</i> .....	18
2.7.2.2	<i>Motor hidráulico de paletas</i> .....	18
2.7.2.3	<i>Motor hidráulico de engranajes internos</i> .....	19
2.7.2.4	<i>Motor hidráulico de engranajes externos</i> .....	20
<b>2.8</b>	<b>Bombas y tipos de bombas hidráulicas</b> .....	<b>20</b>
2.8.1	<i>Bombas de engranajes</i> .....	20
2.8.2	<i>Bombas de paletas</i> .....	21
2.8.3	<i>Bombas de pistones</i> .....	21

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA EL BANCO DE PRUEBAS OLEOHIDRÁULICO</b> .....	<b>23</b>
3.1	<b>Selección de elementos del banco</b> .....	<b>23</b>
3.1.1	<i>Selección de cilindros oleohidráulicos</i> .....	23
3.1.2	<i>Válvulas direccionales</i> .....	26
3.1.3	<i>Selección de válvulas de control de flujo</i> .....	27
3.1.4	<i>Selección de la válvula reguladora de presión</i> .....	27
3.1.5	<i>Mangueras oleohidráulicas</i> .....	28
3.1.6	<i>Selección de fluido oleohidráulico</i> .....	28
3.1.7	<i>Acoples y adaptadores hidráulicos</i> .....	29

### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE</b> .....	<b>30</b>
4.1	<b>Montaje y ensamblaje de elementos del banco</b> .....	<b>30</b>

4.2	Esquemas del banco oleohidráulico .....	30
4.3	Realización de pruebas, verificación y funcionalidad. ....	32
4.3.1	<i>Realización de pruebas, verificación y funcionalidad.....</i>	32
<b>CAPÍTULO V</b>		
5.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	36
5.1	Costos directos.....	36
5.2	Costos Indirectos .....	36
5.3	Costos Totales.....	37
<b>CAPÍTULO VI</b>		
6.	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y GUÍAS DE LABORATORIO.....	38
6.1	Manual de Operación.....	38
6.1.1	<i>Equipos oleohidráulicos transparentes.....</i>	38
6.1.2	<i>Montaje .....</i>	40
6.1.3	<i>Seguridad .....</i>	40
6.2	Manual de mantenimiento .....	40
6.3	Guías de Laboratorio .....	42
6.3.1	<i>Temas de prácticas .....</i>	42
6.3.2	<i>Modelo de la guía de prácticas de laboratorio. ....</i>	42
<b>CAPÍTULO VII</b>		
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
7.1	Conclusiones .....	62
7.2	Recomendaciones .....	62

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Diámetros de mangueras hidráulicas según el caudal.....	27
<b>Tabla 1-6:</b>	Tareas de Mantenimiento del banco de Pruebas .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b>	Transformación de energía en sistemas hidráulicos .....	6
<b>Figura 2-2.</b>	Esquema de los sistemas oleohidráulicos .....	6
<b>Figura 3-2.</b>	Depósito de aceite hidráulico .....	7
<b>Figura 4-2.</b>	Filtro de un sistema hidráulico .....	8
<b>Figura 5-2.</b>	Bombas Hidráulicas según su diseño.....	8
<b>Figura 6-2.</b>	Válvula direccional manual hidráulica .....	10
<b>Figura 7-2.</b>	Actuador Hidráulico - Cilindro de doble efecto .....	10
<b>Figura 8-2.</b>	Propiedades de los fluidos.....	12
<b>Figura 9-2.</b>	Válvula hidráulica 3/2.....	13
<b>Figura 10-2.</b>	Representación de una válvula oleohidráulica .....	14
<b>Figura 11-2.</b>	Tipo de actuación de las válvulas direccionales .....	14
<b>Figura 12-2.</b>	Cilindro hidráulico de simple efecto.....	16
<b>Figura 13-2.</b>	Cilindro hidráulico de doble efecto .....	16
<b>Figura 14-2.</b>	Cilindro hidráulico telescópico .....	17
<b>Figura 15-2.</b>	Motor con pistones axiales en línea .....	17
<b>Figura 16-2.</b>	Motor hidráulico de paletas.....	18
<b>Figura 17-2.</b>	Motor hidráulico de engranajes internos.....	19
<b>Figura 18-2.</b>	Motor Hidráulico de engranes externos .....	19
<b>Figura 19-2.</b>	Bomba hidráulica de engranajes externos.....	20
<b>Figura 20-2.</b>	Sección transversal de una bomba de paletas.....	20
<b>Figura 21-2.</b>	Bomba de pistones axiales .....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A:** Esquemas hidráulicos y eléctricos

## RESUMEN

En esta investigación se buscó mediante la implementación de un banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos en el Laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento, un desarrollo en la educación tecnológica de los estudiantes, lo cual permite obtener conocimientos, tanto, teóricos como prácticos, mejorando el desenvolvimiento de los profesionales, obteniendo una visión amplia en el campo laboral de un futuro ingeniero. El banco oleohidráulico permitió realizar simulaciones físicas visuales, partiendo de un software de simulación, con dos cilindros oleohidráulicos transparentes, uno de simple efecto y otro de doble efecto, los cuales fueron distribuidos uno en cada lado del banco, siendo accionados por los diferentes equipos del sistema mediante la realización de prácticas. Con los equipos transparentes, se pudo mejorar la visualización del proceso que se deseaba mostrar, debido a que estos equipos están compuestos por un cuerpo prismático de metacrilato transparente, con piezas metálicas industriales en su interior, permitiendo visualizar el trabajo de los componentes. De igual manera este trabajo de titulación proporcionó un manual de operación y mantenimiento, así como guías de laboratorio afines a las que se utiliza en el campo industrial, las cuales pueden ser desarrolladas mientras se realiza la práctica, de esta manera el estudiante se familiarizó con los elementos del sistema, identificar las variables que se pueden controlar y los efectos que se producen en los elementos como: motor hidráulico, cilindros, válvulas, electroválvulas, manómetros, etc., dejando abierta la posibilidad de que en un futuro los estudiantes planteen nuevos temas de tesis en el banco hidráulico, como una automatización con elementos lógicos programables (PLC).

**Palabras clave:** <BANCO HIDRÁULICO>, <OLEOHIDRÁULICA>, <EQUIPOS TRANSPARENTES>, <PRÁCTICAS HIDRÁULICAS>, <MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO>, <GUÍAS DE LABORATORIO HIDRÁULICAS>.



## ABSTRACT

This research sought to implement a test bench for the control of hydraulic oil systems in the Automatic Control and Manipulation Laboratory of the Maintenance Engineering Career, a development in students' technological education. It was allowing them to obtain knowledge, both theoretical and practical, improving the development of professionals, achieving a broad vision in the work field of a future engineer. The hydraulic oil bank allowed visual, physical simulations, based on simulation software, with two transparent hydraulic oil cylinders, one with a single effect and the other with a double result. It was distributed one on each side of the bank, being operated by the different System equipment by performing the practices. With the transparent material, it was possible to improve the visualization of the process that was desired to show because this equipment is composed of a colorful body of transparent methacrylate, with industrial metal parts inside, allowing us to visualize the work of the components. In the same way, this degree work provided an operation and maintenance manual, as well as laboratory guides related to those used in the industrial field. It can be developed while doing the practice; in this way, the student could become familiar with the elements of the system. Identify the variables that can be controlled and the effects occurring in the components such as hydraulic motor, cylinders, valves, solenoid valves, pressure gauges, etc. Leaving open the possibility that in the future students will propose new thesis topics in the hydraulic bank, such as automation with programmable logic elements (PLC).

**Keywords:** <HYDRAULIC BANK>, <OIL-HYDRAULIC>, <TRANSPARENT EQUIPEMENTS>, <HYDRAULIC TESTING>, <OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL>, <HYDRAULIC LABORATORY GUIDES>.





## **INTRODUCCIÓN**

La oleohidráulica se presenta como aquella tecnología que conlleva esfuerzos, control de movimientos y transmisión por medio de líquidos a presión, generalmente los más utilizados son los aceites.

El veloz avance tecnológico de los últimos años junto con la gran demanda de producción con sofisticados equipos oleohidráulicos, conlleva a obtener mayores conocimientos para los profesionales en esta área. La educación tecnológica permite obtener conocimientos tanto, teóricos como prácticos lo cual facilita el desarrollo de los futuros profesionales, con la finalidad de obtener una visión amplia en el campo laboral de un futuro ingeniero, y que éste no sea desconocido al momento de encontrarse con sistemas complejos en el campo industrial.

En la actualidad la facultad de mecánica no cuenta con equipos sofisticados en lo que se refiere a la oleohidráulica, por lo tanto, la implementación de un nuevo banco de pruebas permitirá resolver en gran parte la carencia que presenta.

El equipo a implementar, en este caso el banco para el control de sistemas oleohidráulicos está compuesto por elementos básicos utilizados en el campo industrial, además contiene equipos hidráulicos transparentes, los cuales permitirán mayor facilidad de aprendizaje al ser prácticos y didácticos.

El trabajo de titulación también proporciona un manual de operación y mantenimiento, así como guías de laboratorio afines a las que se utiliza en el campo industrial, las cuales se pueden desarrollar mientras se realiza la práctica, de esta manera el estudiante podrá familiarizarse con los elementos del sistema, identificar las variables que se puedan controlar y los efectos que se producen en los elementos como: motor hidráulico, cilindros, válvulas, electroválvulas, manómetros, etc.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Planteamiento del problema

En el laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, no encontramos módulos que cumplan con la demanda tecnológica actual, pues podemos ver que hoy en día existen equipos y elementos mejor perfeccionados.

Debido al requerimiento que poseen los estudiantes, en complementar el conocimiento teórico adquirido en las aulas y combinarlo con la práctica, surge la necesidad de implementar un banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, para mejorar la práctica en el desenvolvimiento laboral del futuro ingeniero de mantenimiento.

### 1.2 Justificación

Los bancos de pruebas oleohidráulicos son módulos que permiten simular las condiciones de operación y registrar diferentes parámetros, los cuales permitirán validar el correcto funcionamiento de los diferentes equipos oleohidráulicos.

El estudio de oleohidráulica con equipos transparentes, ayuda enormemente al desarrollo en la asimilación de conceptos básicos sobre su funcionamiento y las aplicaciones en la industria, ya que al ser elementos fabricados con el cuerpo de metacrilato transparente y los componentes móviles internos industriales, permiten el montaje de prácticas a bajas presiones, pudiendo ser utilizadas en formación profesional como Universidades e Institutos tecnológicos.

En la actualidad nuestro país se encuentra limitado en operaciones tecnológicas, en todas las áreas del sector industrial, por esta razón buscamos el desarrollo tecnificado, cumpliendo las normas correspondientes, asegurando una mayor productividad, seguridad y calidad; sin apartar la idea

de conservar el medio ambiente.

Con el avance de la tecnología encontramos módulos que pueden fomentar y desarrollar la enseñanza de los estudiantes, motivo por el cual se propone la implementación de un banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos en el laboratorio de Control y Manipulación Automática.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Implementar un banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos en el Laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Diseñar y seleccionar correctamente los diferentes elementos que componen el banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, mediante la asesoría de profesionales en el área que nos permita perfeccionar la implementación del equipo.

Construir el banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos mediante el uso de equipos transparentes que permitan observar la interacción entre el fluido y los mecanismos internos.

Generar un manual de operación, plan de mantenimiento y guías de laboratorio del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, siguiendo las recomendaciones del modelo institucional, con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento y preservar la vida útil del mismo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Oleohidráulica

La hidráulica, utiliza fluidos para realizar el trabajo a través de la aplicación de diferentes dispositivos, por ende estudia las propiedades mecánicas de los mismos, la oleohidráulica se deriva de la hidráulica, y la podemos definir como una técnica para la transmisión de potencia mediante fluidos dentro de espacios confinados, generando así el movimiento de distintos equipos (CREUS SOLÉ, 2011).

##### 2.1.1 *Ventajas*

Existen ventajas que caracterizan a la oleohidráulica y a continuación mencionamos algunas de ellas:

- Los actuadores tanto rotativos como lineales dentro de un sistema oleohidráulico puede trabajar a velocidades variables.
- Un actuador hidráulico puede ser reversible de forma instantánea es decir no tiene que realizar una parada previa, para invertirse, esta acción es controlada mediante una válvula direccional o una bomba reversible.
- El sistema oleohidráulico en algún momento de su funcionamiento puede sobrecargarse, pero, un componente llamado válvula limitadora de presión ejerce la función de protección a todo el sistema oleohidráulico evitando cualquier tipo de peligro.
- Los sistemas oleohidráulicos a pesar de poseer algunos componentes de tamaño y peso considerablemente pequeños pueden, proporcionar una potencia de salida elevada gracias al torque y a la velocidad que pueden alcanzar
- A diferencia de algunas máquinas, equipos o componentes. Un actuador oleohidráulico puede bloquearse automáticamente si esta sobrecargado, sin producir daños a otros componentes y una vez que haya cesado la sobrecarga regresa a su normal funcionamiento. (SERRANO NICOLAS, 2002).

### **2.1.2 Aplicaciones**

La oleohidráulica es aplicada principalmente en sistemas estacionarios y en sistemas móviles

En los sistemas estacionarios, los cuales se definen como aquellos que se instalan en un lugar determinado las aplicaciones son las siguientes (RENATE , 2013, p. 11):

- Ascensores
- Líneas de montaje y producción
- Prensas
- Líneas de laminación
- Máquinas de fundición

En cambio, los sistemas móviles los cuales se trasladan de un lugar a otro para realizar su trabajo se pueden decir que las aplicaciones más comunes son las siguientes (RENATE , 2013, p. 11):

- Maquinas en el sector agrario por ejemplo los tractores.
- Plataformas de carga, brazos mecánicos, volquetes etc.,
- Maquinas elevadoras y transportadoras de carga como por ejemplo una Excavadora.

### **2.2 Clasificación de la oleohidráulica**

Se pueden considerar los siguientes tipos de oleohidráulica:

- Oleohidráulica convencional: la característica principal de este tipo, es que el fluido pasa o no pasa, es decir utiliza válvulas todo o nada además utiliza regulaciones simples, circuitos hidráulicos auxiliares o electroimán normal.
- Oleohidráulica proporcional: en este tipo se acoplan válvulas y componentes con la finalidad de disminuir fugas y pérdidas causadas por la conexión directa de tuberías, además sus instalaciones se las realiza conforme a normas establecidas para disminuir costos.
- Oleohidráulica de servo válvulas: se utiliza donde se requiere de una gran precisión en el mando y la regulación, esto lo conseguimos utilizando componentes de alta calidad como válvulas de control direccional controladas mediante una señal eléctrica (ALMADOZ BERRONDO, 2007, pp. 3-4).

### **2.3 Sistema oleohidráulico**

Los sistemas hidráulicos tienen la función de convertir energía mecánica en energía de fluido y

esta última a su vez volver de nuevo a energía mecánica transmitida a movimientos rotacionales y lineales. Por tanto, un sistema hidráulico sigue una secuencia lógica utilizando dispositivos hidráulicos controlados por válvulas hidráulicas.

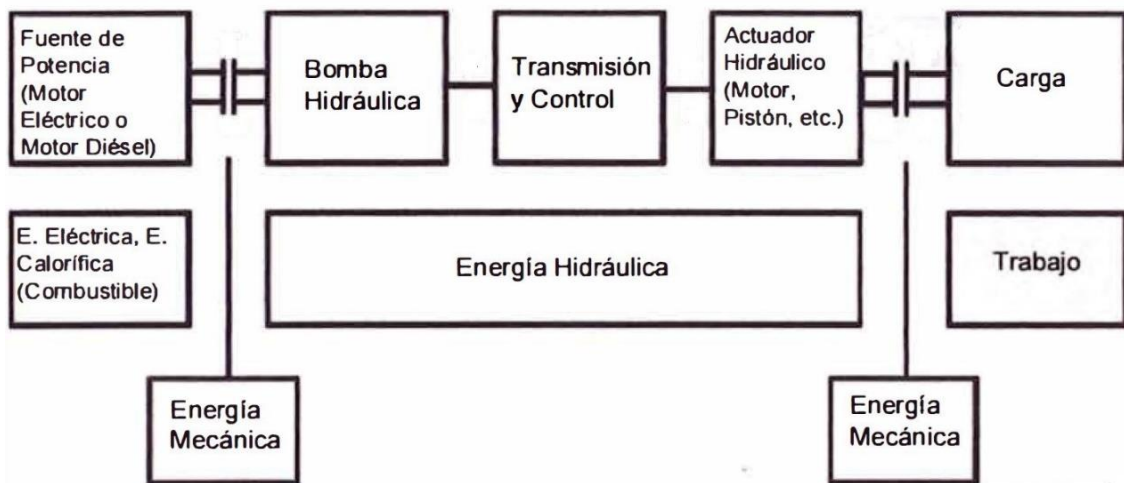


**Figura 1-2.** Transformación de energía en sistemas hidráulicos

Fuente: (DIAZ LUNA, 2014, p. 9)

Los sistemas hidráulicos de potencia se clasifican de acuerdo al tipo de dispositivo hidráulico utilizado y pueden ser los siguientes:

- Sistemas hidrostáticos de potencia: este tipo de sistemas se utiliza en controles de barcos, aviones, maquinaria pesada y en la industria en general. La función principal de estos fluidos es incrementar la energía potencial de los fluidos que están bajo presión.
- Sistemas hidrodinámicos de potencia: se utiliza donde se requiera movimientos rotativos los cuales incluyen dentro de su sistema elementos de control, una turbina y una bomba centrífuga, su función principal es incrementar la energía cinética de los fluidos con la finalidad de transmitir potencia (DIAZ LUNA, 2014).



**Figura 2-2.** Esquema de los sistemas oleohidráulicos

Fuente: (DIAZ LUNA, 2014)

## 2.4 Instalaciones hidráulicas

La transmisión y control de un fluido hidráulico que está sometido a presión requiere de una serie de componentes interconectados, formando un sistema y de acuerdo a la función que cumplirá el

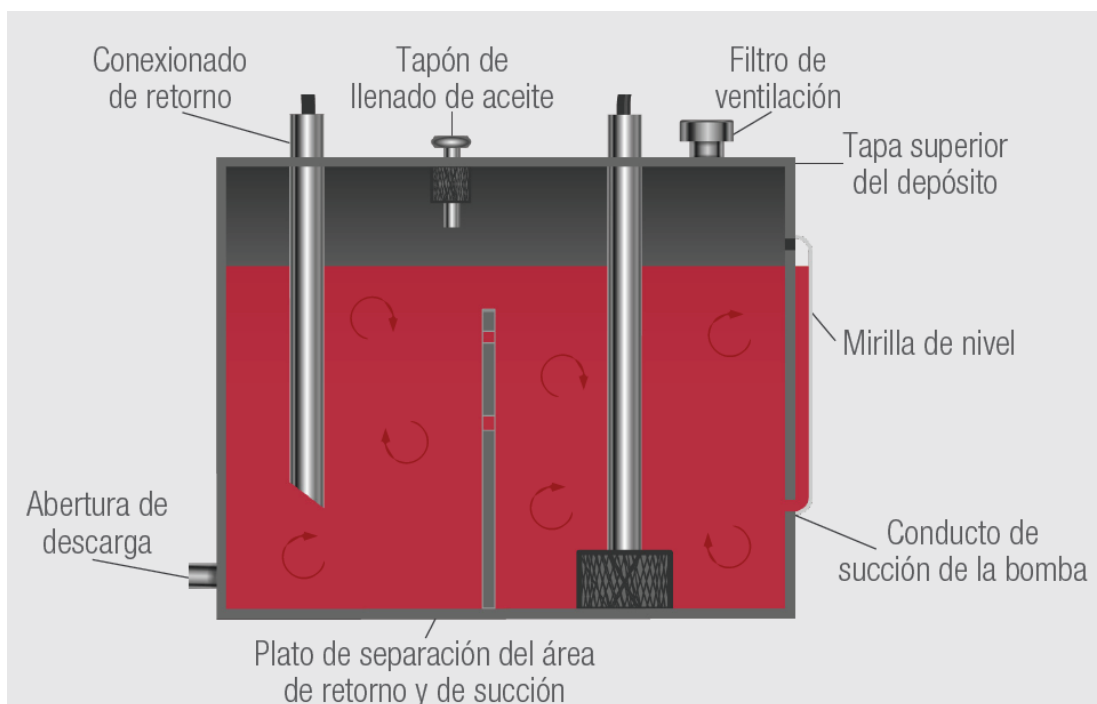
sistema, el conjunto de componentes varía y generalmente un sistema principal alimenta a varios subsistemas.

Una instalación hidráulica está esencialmente integrada por los siguientes componentes:

- Depósito de aceite hidráulico
- Filtros
- Bomba y Motor
- Mangueras flexibles, tuberías o cañerías.
- Válvulas hidráulicas
- Actuadores

#### 2.4.1 Depósito de aceite hidráulico

El depósito o también conocido con tanque hidráulico debe ser hermético, puesto que es donde se almacena el aceite hidráulico, cumple con la función de separar el aire del aceite y además alivia la carga térmica (Atlantic International University, 2014, p. 4).



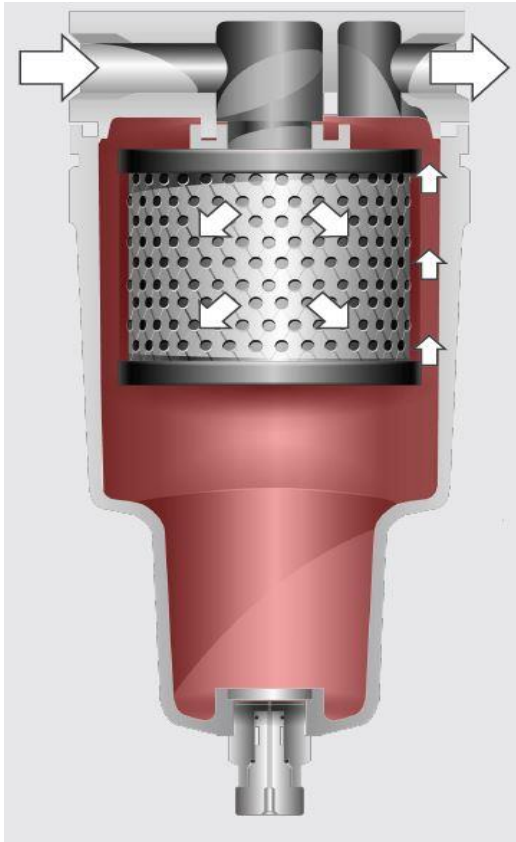
**Figura 3-2.** Depósito de aceite hidráulico

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

#### 2.4.2 Filtros

Los filtros generalmente están colocados antes de que el fluido entre a una válvula de control o también se puede colocar en la línea de retorno del fluido hacia el depósito, su función es retirar

partículas sólidas en suspensión como por ejemplo trozos de plástico, de metal, etc. Evitando de esa forma el daño a los componentes que se encuentran en el sistema hidráulico.



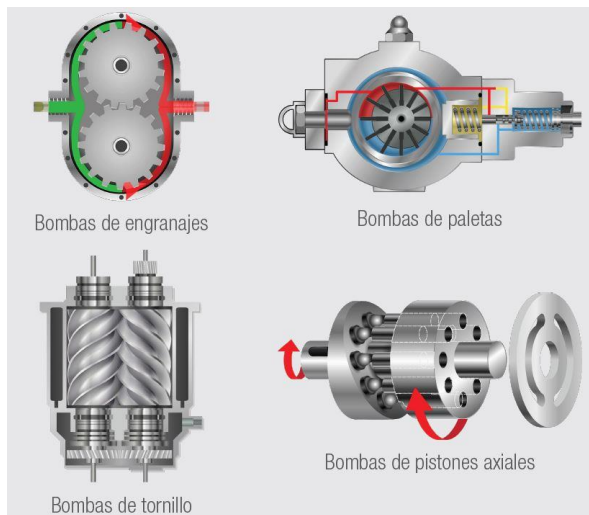
**Figura 4-2.** Filtro de un sistema hidráulico

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

### **2.4.3 Bomba y Motor**

Este tipo de componentes proporcionan al sistema el caudal y la presión adecuada de fluido. La bomba cumple con la función de transformar la energía mecánica que es recibida del motor en energía hidráulica la cual se trasmite a través de fluido. (BASUALDO LARRABAZAL, 2017, p. 54).





**Figura 5-2.** Bombas Hidráulicas según su diseño

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

#### 2.4.4 Mangueras flexibles, tuberías o cañerías

Los conductos de un sistema oleohidráulico dependen de la presión para los que están diseñados, por lo tanto, las tuberías que se utilizan pueden ser de metal rígido o mangueras de goma, con capas de alambre de trenzados en su interior.

Además, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones (SOC CARRUBIAS, 2013):

- Un sistema hidráulico, no debe tener un contacto entre mangueras, debido a que las pulsaciones existentes del fluido hidráulico, pueden producir desgates superficiales, para ello se recomienda utilizar adaptadores y acoples apropiados.
- Se debe evitar la obstrucción del fluido de las curvaturas existentes, para ello se recomienda un mayor radio de curvatura.
- La longitud debe ser la adecuada para evitar un estiramiento brusco entre conexiones.

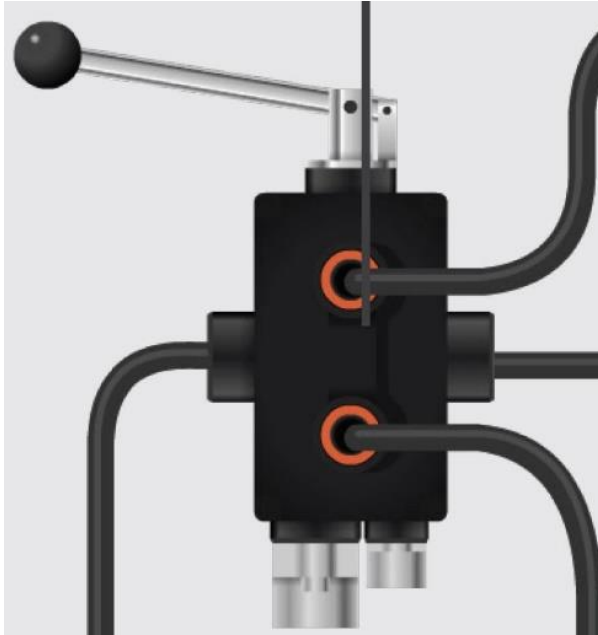
#### 2.4.5 Válvulas hidráulicas

La función principal de las válvulas hidráulicas es controlar el fluido entre la bomba y los actuadores, existe varios tipos de válvulas, entre las de aplicación más común tenemos las siguientes:

- Válvulas hidráulicas de control direccional: Actúan sobre la dirección que tomará el fluido incluyendo la detención o paso del mismo, sin afectar al parámetro de presión. (MECALUX LOGISMARKET, 2015).
- Válvulas de control de flujo: Generalmente se utiliza para regular el flujo que circula fuera de un actuador, comúnmente de un cilindro, puesto que este tipo de válvulas controlan la cantidad de

fluido. (ASHM, 2014).

- Válvulas de alivio: Este tipo de válvulas controlan los niveles de presión máximo, se instalan generalmente en alguna de las conexiones del sistema o a través de la línea de la bomba, además es una forma de evitar sobrepresiones en todo el sistema. (ASHM, 2014).
- Válvulas Check: Cuando existe una carga o contrapeso esta válvula es ideal, la función de esta válvula impide que el fluido que ingreso a un actuador retorne, es decir, el fluido puede ir en una sola dirección. (ASHM, 2014).



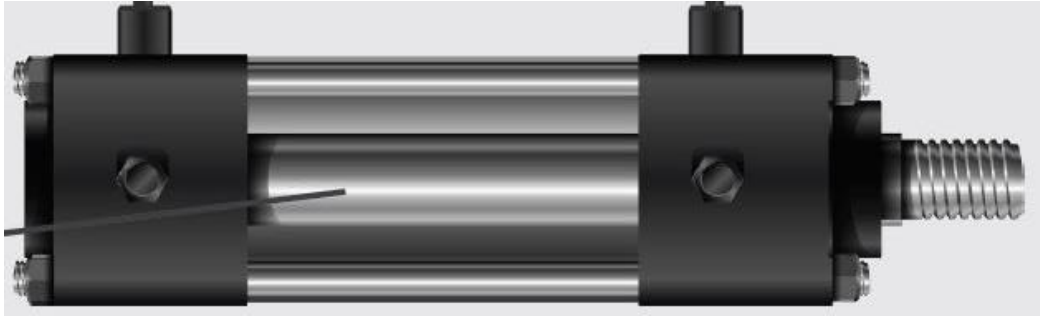
**Figura 6-2.** Válvula direccional manual hidráulica

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

#### **2.4.6 Actuadores**

Los actuadores cumplen con la función de convertir la energía hidráulica generada por el fluido en energía mecánica. Se clasifican de la siguiente forma: (SAÍZ, 2017, p. 12)

- Cilindros: Los cuales producen un movimiento lineal alternativo y estos pueden ser de simple o doble efecto.
- Motores: Son aquellos que producen un movimiento circular.



**Figura 7-2.** Actuador Hidráulico - Cilindro de doble efecto

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

## 2.5 Fluidos hidráulicos

La función específica de los fluidos hidráulicos es transmitir potencia desde las centrales oleohidráulicas que generan presión y caudal, hasta las partes de la maquinas que realizan el trabajo. En la actualidad el fluido hidráulico más utilizado es el aceite, debido a que poseen características superiores, que en combinación con aditivos proporcionan propiedades especiales, las cuales dependerán de las condiciones de servicio que se requiera. (SERRANO NICOLAS, 2002, p. 45).

Generalmente en las aplicaciones más comunes de la oleohidráulica se utiliza el aceite mineral, pero en condiciones especiales se emplean otro tipo de fluidos como las siliconas, hidrocarburos clorados, estereofosfatos, soluciones agua-glicol entre otros. (SERRANO NICOLAS, 2002, p. 45).

### 2.5.1 Clasificación de los fluidos hidráulicos

Los fluidos hidráulicos más comunes que se encuentran en el mercado son los siguientes:

#### 2.5.1.1 Fluidos hidráulicos de base acuosa

La resistencia a la inflamación es la característica principal de estos fluidos. Los cuales se dividen como se describe a continuación:

- Emulsiones de agua y aceite: la base de este fluido es aceite mineral emulsionante que contienen aditivos los cuales le proporcionan propiedades de antidesgaste, antioxidantes, etc.
- Soluciones de agua-glicol. 60 % agua y 40 % glicol, más aditivos.

A continuación, se menciona algunos ejemplos de fluidos sintéticos de base acuosa con su respectiva denominación:

- HFD: líquidos anhídridos
- HFC: solución de poliglicoles

- HFB: emulsión de agua en aceite
- HFA: emulsión de aceite en agua

#### 2.5.1.2 *Fluidos sintéticos no acuosos*

Los fluidos sintéticos no acuosos tienen un punto de inflamación elevado y se les reconoce porque son compuestos sintéticos orgánicos. Los fluidos respecto a este tipo pueden ser los siguientes:

- HFD-S: aceite a base de hidrocarburos halogenados
- HFD-R: aceite a base de estereofosfatos
- HFD-T: aceite a base de mezcla de los fluidos antes mencionados.

#### 2.5.1.3 *Aceites minerales o sintéticos*

Este tipo de fluido son los usados su composición son los hidrocarburos extraídos del petróleo a los cuales se le añade aditivos para mejorar sus prestaciones a un bajo costo. Los aceites minerales se les designa según su tipo con sigue:

- HL: aceite mineral antioxidante y anticorrosivo
- HH: aceite mineral sin aditivos.
- HP (o HLP): aceite tipo HL con aditivos que mejoran la resistencia a cargas.
- HM (o HLM): aceite HL que contiene aditivos antidesgaste.
- HV: aceite HM en combinación de aditivos que mejoran su viscosidad.

Se debe tomar en cuenta que cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye y cuando disminuye la temperatura la viscosidad aumenta, este criterio es muy importante en el momento de seleccionar un fluido hidráulico pues dependerá en la condiciones en la que va a trabajar el fluido (INGEMECÁNICA.COM, 2019).

### **2.5.2 *Propiedades de los fluidos hidráulicos***

Los fluidos que se emplean en los sistemas oleohidráulicos, deben poseer características que soporten las condiciones de servicio en el momento de realizar las transmisiones, entre las características imprescindibles que debe tener un fluido hidráulico son las siguientes:

- Soportar elevadas presiones de funcionamiento.
- Capaz de lubricar los diversos elementos móviles que integran los dispositivos del sistema.
- Disipador de calor.
- No debe ser corrosivo en los materiales de los componentes del sistema.
- Elevada temperatura de ebullición para evitar la evaporización del mismo.

-No debe ser inflamable.

PROPIEDADES DE ALGUNOS FLUIDOS HIDRÁULICOS						
Propiedades	Aceite mineral	Soluciones agua-glicol	Emulsiones agua-aceite	Estereofosfatos	Hidrocarburos aromáticos clorados	Siliconas
Peso específico kp/dm <sup>3</sup>	0,864	1,060	0,916-0,94	1,275	1,43	
Inflamabilidad	Alta	Ininflamable	Baja	Baja	Baja	Ininflamable
Temperatura inflamabilidad en °C	220	Ninguna	Ninguna	260	215	100-150
Temperatura máxima de servicio en °C	105	65	65	150	150	315-370
Poder lubricante	Muy bueno	Regular	Regular	Muy bueno	Bueno	De regular a bueno
Poder antioxidante	Muy bueno	Regular	De regular a bueno	De regular a bueno	De regular a bueno	Regular
Contenido de agua en %	0,02	30-40	Mín. 10	0,03	0,02	-
Viscosidad general	De baja a muy baja	De baja a media	Baja	De baja a alta	De baja a alta	De baja a alta
Material de juntas	Goma sintética	Goma sintética	Goma sintética	Butilo o silicona	Butilo o silicona	Vitón hasta 230 °C

**Figura 8-2.** Propiedades de los fluidos

Fuente: (SERRANO NICOLAS, 2002)

## 2.6 Elementos de control

### 2.6.1 Válvulas direccionales

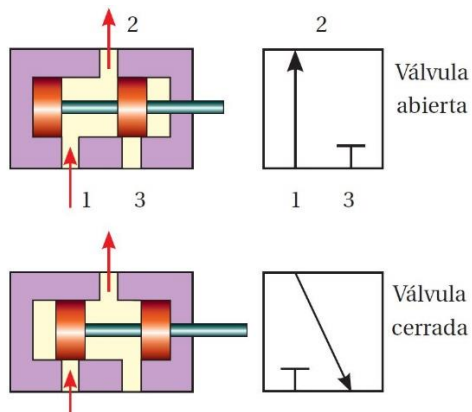
Las válvulas direccionales dentro de un sistema oleohidráulico, cumplen una función específica y es la de permitir elegir la dirección que tomará el flujo mientras avanza el fluido y es así, cuando una válvula adopta una posición, el fluido dentro de un actuador realiza su trabajo como por ejemplo un actuador lineal se retrae o se extiende, uno rotatorio gira en un sentido o en un cilindro el fluido de trabajo entra o sale (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, pp. 199-200).

#### 2.6.1.1 Notación de una válvula de control direccional hidráulica

En las válvulas de control direccional hidráulicas, su representación gráfica y su denominación es similar a las válvulas neumáticas, su diferencia radica en la notación, para designar los puertos de la válvula hidráulica se utiliza notación alfabética como sigue:

- P: conexión que recibe el caudal presurizado generado por la bomba.
- T: conexión que desaloja el líquido hacia el depósito del fluido hidráulico.
- A: vías que se conectan con los puertos del actuador.
- B: conexión hacia los puertos izquierdo y derecho de un actuador rotario o un motor

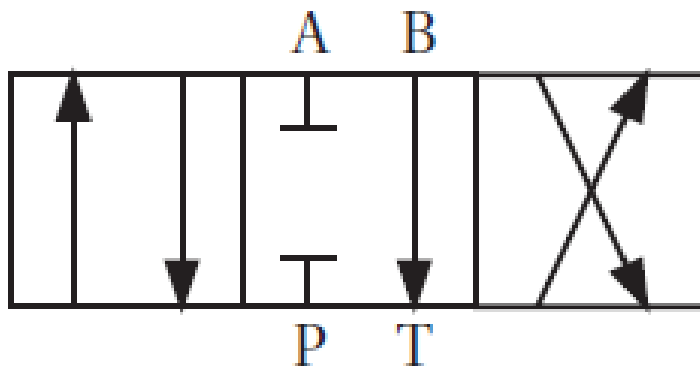
La denominación de una válvula direccional está integrada de dos números enteros separados por una diagonal  $n/m$ , la  $n$  indica cuantas vías tiene el cuerpo de la válvula, para el ingreso o salida de la potencia fluida. El otro número proporciona información acerca de las opciones de trabajo que puede adoptar una válvula, así por ejemplo una denominación  $3/2$  nos indica que tiene 3 vías y 2 posiciones.



**Figura 9-2.** Válvula hidráulica 3/2

Fuente: (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014)

Su simbología se denota mediante cuadrados, colocados el uno al lado de otro, que representan las opciones de trabajo de la válvula, cada cuadrado incluirá tapones y flechas que indican el camino por el cual ingresa o sale la potencia fluida.

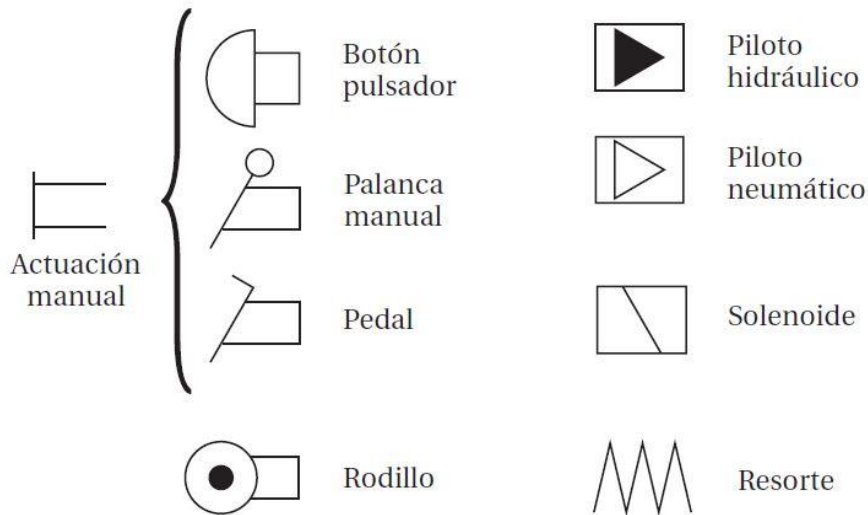


**Figura 10-2.** Representación de una válvula oleohidráulica

Fuente: (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014)

#### 2.6.1.2 Formas de actuación de las válvulas de control direccional

Cuando se aplica una fuerza externa sea de origen neumático, hidráulico, eléctrico o mecánico, sobre una válvula de control direccional pueden adoptar diferentes modos de funcionamiento, desplazando de una posición a otra, esta pieza interna se denomina conmutador.



**Figura 11-2.** Tipo de actuación de las válvulas direccionales

Fuente: (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014)

Una válvula puede estar sujeta a voluntad del operario, es decir, se conmuta bajo una fuerza externa muscular, dentro de este accionamiento se encuentra las palancas, pedales y botones pulsadores.

La válvula de control direccional esta accionada de forma mecánica, cuando se utiliza un contacto físico este es el caso de un rodillo, y su retorno a su posición inicial se lo realiza mediante un resorte o muelle.

Una señal eléctrica también puede ser utilizado para conmutar la válvula de control direccional, mediante la bobina de un solenoide la cual se energiza, generando un campo magnético para retraer a una pieza metálica mediante un eslabón con el conmutador de la válvula

Por último las señales neumáticas o hidráulicas conocidas como señales piloto es decir una señal presurizada a baja potencia actúa sobre la superficie del diafragma o embolo, acciona la válvula de control direccional (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, pp. 205-206)

### **2.6.2 Válvulas de presión**

Existe una gran cantidad y variedad de válvulas reguladoras de presión, su función es controlar la presión en distintos puntos de un sistema oleohidráulico. En su forma más sencilla se trata de una válvula de dos vías y pueden estar normalmente abiertas es decir, paso de fluido a través de ellas o normalmente cerradas, no existe fluido dentro de ellas (CARRILLO ANCHUNDIA & REYES ZAMBRANO , 2015, p. 34).

### **2.6.3 Válvulas reguladoras de caudal**

Si requerimos controlar la velocidad con la que se desplaza un actuador, es decir controlar su carrera o el desplazamiento de su carga, se utiliza válvulas reguladoras de caudal o también conocida como válvulas estranguladoras de caudal. De esta forma conseguimos que la carga se desplace con velocidades diferentes en cada sentido recorrido extensión, y retroceso o giros izquierdo y derecho. Generalmente en las diferentes aplicaciones la válvula más frecuente es la de regulación de caudal con orificio variable

## **2.7 Actuadores**

Desde la antigüedad los actuadores hidráulicos son los más usuales dentro de un sistema hidráulico. La función de estos actuadores es aprovechar la energía generada por una instalación o circuito hidráulico de forma mecánica obteniendo movimientos y se clasifican de acuerdo con la forma de operación.

Los actuadores hidráulicos tienen una gran ventaja con respecto a los actuadores neumáticos puesto que, los fluidos hidráulicos son incompresibles, se pueden generar altas presiones permitiendo tener un control de caudal suficientemente preciso en el actuador (CREUS SOLÉ, 2011).

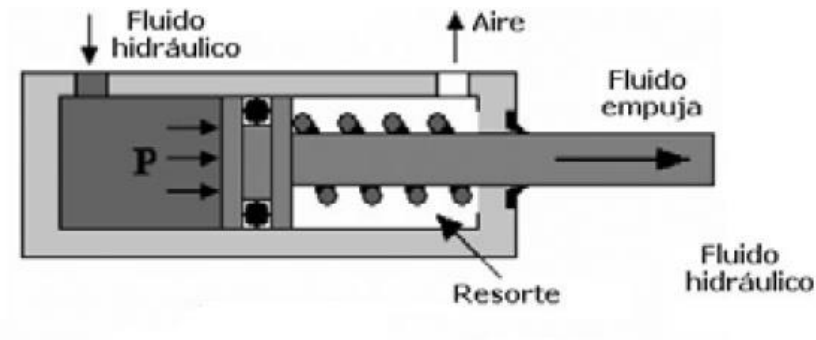
### **2.7.1 Cilindros hidráulicos**

Los cilindros hidráulicos generalmente se utilizan donde se requiera que su desplazamiento y fuerza de empuje pistón sean elevados, Estos cilindros pueden ser de simple efecto, de doble efecto y telescópicos.

#### **2.7.1.1 Cilindros de simple efecto**

Los cilindros de simple efecto actúan de la siguiente forma, el fluido hidráulico que ingresa al cilindro empuja al pistón en un sentido y para regresar a su estado inicial se utiliza una fuerza externa, muelle o gravedad.



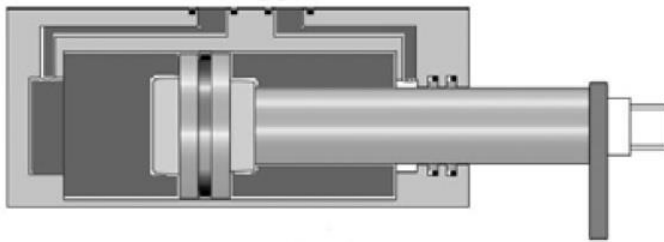


**Figura 12-2.** Cilindro hidráulico de simple efecto

Fuente: (CREUS SOLÉ, 2011, p. 112)

### 2.7.1.2 Cilindros de doble efecto

El cilindro de doble efecto o conocido también como cilindro de doble acción desplaza el pistón en los dos sentidos mediante la fuerza generada por el fluido hidráulico, generalmente este cilindro es accionado por una válvula solenoide.



**Figura 13-2.** Cilindro hidráulico de doble efecto

Fuente: (CREUS SOLÉ, 2011, p. 112)

### 2.7.1.3 Cilindros telescópicos.

El cilindro telescópico es muy utilizado en grúas, su característica esencial es que en su interior posee otros cilindros de menor diámetro que se expanden por etapas.



**Figura 14-2.** Cilindro hidráulico telescópico

Fuente: (GLOLEOHIDRÁULICA, 2014)

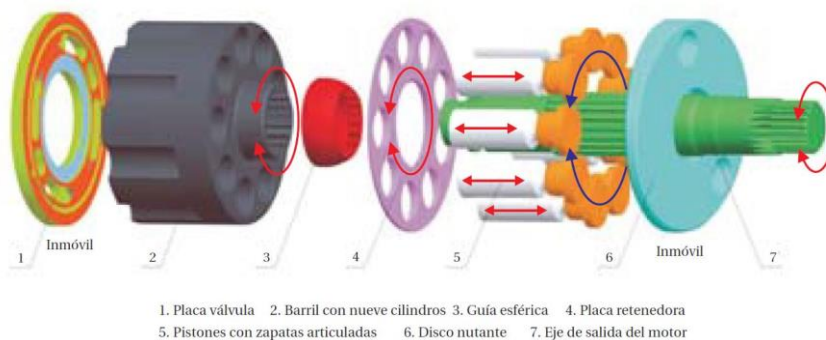
### 2.7.2 Motores hidráulicos

El eje de un motor hidráulico gira como consecuencia de la aplicación de fuerzas de presión que actúan sobre una superficie móvil, estas superficies se clasifican en función del diseño del motor y pueden ser de pistón, de paletas o de engranes.

La función específica de un motor hidráulico es convertir el caudal presurizado conocido como potencia fluida en potencia mecánica, si consideramos que el caudal de fluido no cambia la velocidad el eje permanecerá relativamente constante, es decir que será independiente de la presión. (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, pp. 174-175).

#### 2.7.2.1 Motor hidráulico con pistones axiales

Los motores con pistones axiales generalmente se diseñan en línea, es decir, los cilindros y el eje del motor están alineados en el mismo eje, pero también existen motores con eje inclinado. En este tipo de motores la potencia fluida que ingresa, actúa sobre los pistones contenidos en el bloque de cilindros, entonces el eje es impulsado con el movimiento alternativo de los pistones (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, p. 188).

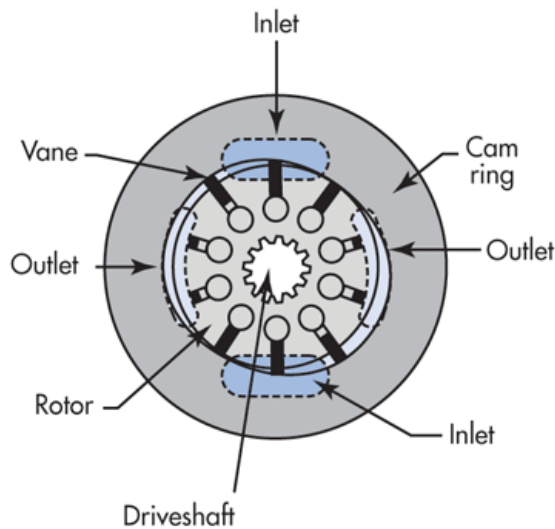


**Figura 15-2.** Motor con pistones axiales en línea

**Fuente:** (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014)

#### 2.7.2.2 Motor hidráulico de paletas

El motor hidráulico de paletas es semejante a la bomba de paletas. Este tipo de motor se caracteriza por ser más robusto por las elevadas presiones que genera, tienen un mejor funcionamiento por encima de las 100 [rpm], pero en la actualidad se ha logrado construir motores reversibles que trabajan de 10 hasta 2000 [rpm] además, se considera que este tipo de motores son muy eficientes. (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, p. 183)

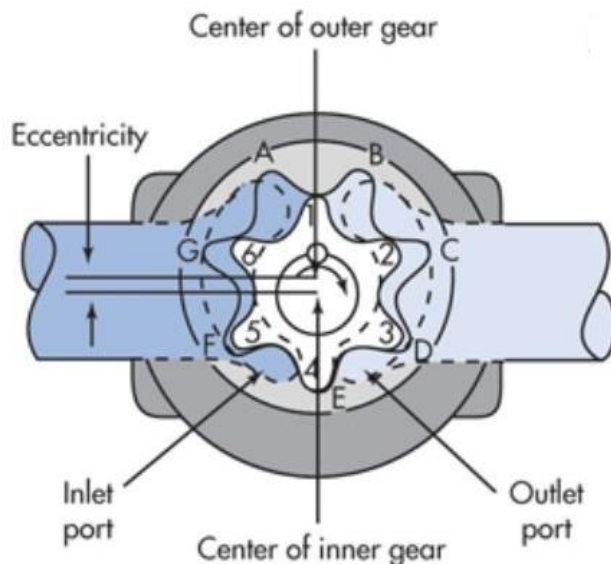


**Figura 16-2.** Motor hidráulico de paletas

Fuente: (SOLORZANO , 2016)

### 2.7.2.3 Motor hidráulico de engranajes internos

Los motores hidráulicos de engranajes internos generalmente se utilizan donde se requiere bajas revoluciones, son construidos con dos engranajes acoplados, uno externo y el otro interno, la disminución de la velocidad se ejecuta realizando acoples de engranajes y se puede llegar a obtener una velocidad de hasta 1 [rpm] aunque pueden llegar a alcanzar velocidades de hasta 2000 [rpm] (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014, pp. 179-180).



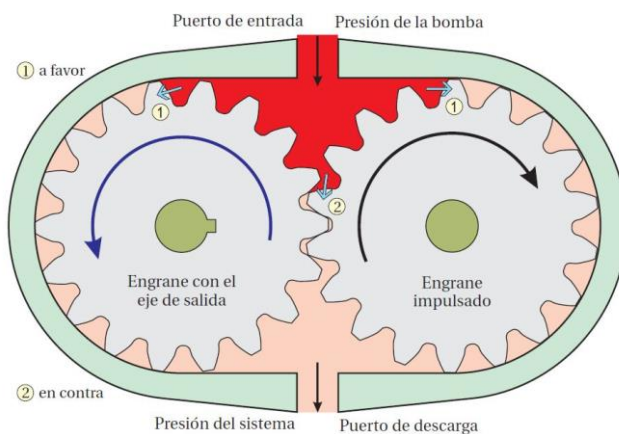
**Figura 17-2.** Motor hidráulico de engranajes internos

Fuente: (SOLORZANO , 2016)

#### 2.7.2.4 Motor hidráulico de engranajes externos

Los motores de engranes externos generalmente están diseñados para operar a velocidades que oscilan entre 1000 a 2500 [rpm], por tanto, su potencia alcanzara hasta 10 [KW].

Las partes principales de este motor es una carcasa con puertos de entrada y de salida y un grupo rotatorio que contiene engranes, un engrane es conocido como impulsor el cual esta acoplado a eje de salida y el otro es engrane impulsado. Su funcionamiento se basa en la aplicación de la presión hidráulica sobre los dientes de los engranes los cuales generan un par torsor, causando el movimiento del eje del motor.



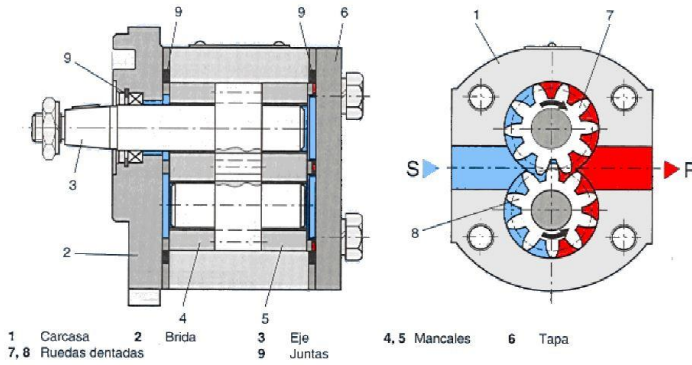
**Figura 18-2.** Motor Hidráulico de engranes externos

Fuente: (ARAGÓN GONZÁLES ET AL, 2014)

## 2.8 Bombas y tipos de bombas hidráulicas

### 2.8.1 Bombas de engranajes

Las bombas de engranajes se utilizan donde se trabaja con fluidos altamente viscosos, puesto que se requiere de una lubricación adecuada empleando el mismo fluido para el efecto. Este tipo de bomba tiene un grado alto de rendimiento, lo cual influye en un costo elevado, pero, el principio de funcionamiento es el más sencillo.



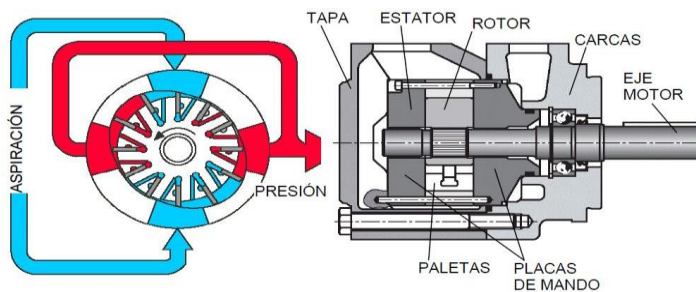
**Figura 19-2.** Bomba hidráulica de engranajes externos

Fuente: (ALMADOZ BERRONDO, 2007)

No requiere de válvulas y una vez que el elemento desplazador empieza a girar, se crea una depresión lo cual implica que el fluido es succionado sin necesidad de cebado. (ALMADOZ BERRONDO, 2007, p. 28).

### 2.8.2 Bombas de paletas

Las bombas de paletas son consideradas como bombas de presión media, llegan hasta 175 bares y el caudal es reducido. Su principio de funcionamiento es igual al de las rotativas en el instante que gire se crea una succión produciéndose así la succión, el desplazamiento y la descarga del fluido.



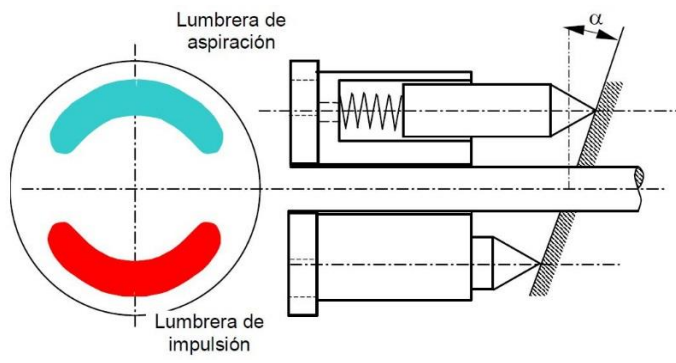
**Figura 20-2.** Sección transversal de una bomba de paletas

Fuente: (ALMADOZ BERRONDO, 2007, p. 30)

Las paletas se desplazan en un tambor cilíndrico el cual dispone de hendiduras radiales y gracias a la fuerza centrífuga este tambor gira ligeramente (ALMADOZ BERRONDO, 2007, p. 30).

### 2.8.3 Bombas de pistones

Las bombas de pistones se caracterizan porque tienen la capacidad de modificar el caudal. Pueden llegar a alcanzar 400 bares de presión y un caudal de 2000 l/min, su principio de funcionamiento de basa en el desplazamiento alternativo de los émbolos dentro del cilindro los cuales están dispuestos de forma paralela (ALMADOZ BERRONDO, 2007, p. 25).



**Figura 21-2.** Bomba de pistones axiales

Fuente: (ALMADOZ BERRONDO, 2007, p. 25)

## CAPÍTULO III

### **3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA EL BANCO DE PRUEBAS OLEOHIDRÁULICO.**

#### **3.1 Selección de elementos del banco**

El banco oleohidráulico con equipos transparentes, está basado en un diseño didáctico con mesa de trabajo, la cual su estructura es muy importante debido a que debe ser fácil de movilizar y ergonómica que permitan brindar comodidad a los estudiantes.

La finalidad del banco oleohidráulico es realizar simulaciones físicas visuales, partiendo de un software de simulación, con dos cilindros oleohidráulicos transparentes, uno de simple efecto y otro de doble efecto, los cuales se encontrarán distribuidos uno en cada lado del banco, siendo accionados por los diferentes equipos del sistema.

Mediante la realización de las prácticas con los equipos transparentes podemos mejorar la visualización del proceso que se desea mostrar, debido a que estos equipos están compuestos por un cuerpo prismático de metacrilato transparente con piezas metálicas industriales en su interior, permitiendo visualizar el trabajo de los componentes.

Cada componente deberá ir montado sobre una placa, la cual dispondrá de unos clips de fijación para poder insertar los componentes en el panel de trabajo. Las placas llevarán una etiqueta metálica identificativa del componente en cuestión que incluirá su referencia y simbología ISO.

Para la selección de los equipos oleohidráulicos transparentes se parte de la necesidad de actuadores, por esta razón exigimos los siguientes parámetros de trabajo.

Presión máxima: 10 bares.

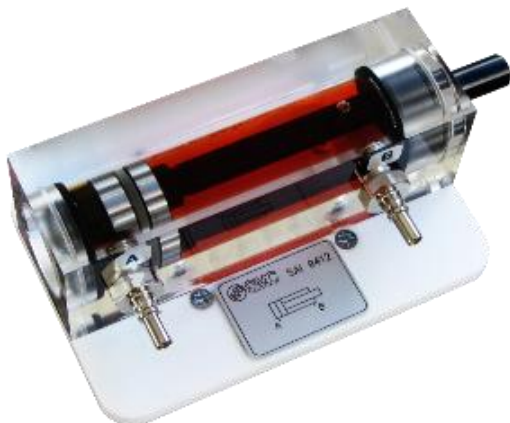
### 3.1.1 Selección de cilindros oleohidráulicos

En la selección de los cilindros es importante conocer su diámetro, en el cual intervienen parámetros como presión, rendimiento del cilindro, fuerza teórica y fuerza generada en un cilindro en la extensión del pistón.

La necesidad de nuestros cilindros en el banco oleohidráulico no es vencer una fuerza exterior, por lo tanto, hemos seleccionado cilindros con las siguientes especificaciones técnicas.

#### **Cilindro de doble efecto – Cantidad: 1.**

- Cilindro de doble efecto. D20/D10 x 58mm de carrera.
- Presión máxima = 10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 2 enchufes macho NW4 auto-obturantes de 1/8".



**Figura 1-3.** Cilindro de doble efecto

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

#### **Cilindro de simple efecto – Cantidad: 1.**

- Cilindro de simple efecto. D20/D10 x 40mm de carrera. Recuperación por muelle.
- Presión máxima = 10 bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 1 enchufe macho NW4 auto-obturantes de 1/8".





**Figura 2-3.** Cilindro de simple efecto

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

Para la selección de la bomba es importante conocer el volumen de aceite de un cilindro que va a ser igual a multiplicar el área efectiva del cilindro por la carrera del vástago.

$$V = A * L$$

Dónde:

V = volumen de aceite de un cilindro [ $cm^3$ ]

L = carrera del vástago [ $cm$ ]

A = área efectiva del cilindro [ $cm^2$ ]

En vista que tenemos diámetros de 20 mm debemos calcular las áreas respectivas

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Área del cilindro de 20 mm de diámetro x 58 mm de carrera

$$A_1 = \frac{\pi (2 \text{ cm})^2}{4} = 3,14 \text{ cm}^2$$

Área del cilindro de 20 mm de diámetro x 40 mm de carrera

$$A_2 = \frac{\pi (2 \text{ cm})^2}{4} = 3,14 \text{ cm}^2$$

Para calcular el volumen de aceite debemos sumar el volumen de aceite de cada uno de los cilindros colocados en el banco.

$$V_{banco} = V_1 + V_2$$

$$V_{banco} = A_1 * L_1 + A_2 * L_2$$

$$V_{banco} = (3,14 * 5,8 + 3,14 * 4) \text{ cm}^3$$

$$V_{banco} = 30,77 \text{ cm}^3$$

$$V_{banco} = 0,03077 \text{ l}$$

### 3.1.2 Válvulas direccionales

Las válvulas direccionales o también conocidas como válvulas distribuidoras, son imprescindibles en la creación de circuitos hidrostáticos, que logran ejecutar las funciones más importantes.

Para seleccionar la válvula distribuidora adecuada para el circuito hidráulico establecido se guía en los catálogos comerciales.

Primero hay que tomar en cuenta el número de vías y posiciones de la válvula, en nuestro caso ocuparemos una Electroválvula 4/2 monoestable.

#### **Electroválvula distribuidora 4/2 monoestable – Cantidad: 1**

- Accionamiento por bobina de bajo consumo de 24Vcc 12w y recuperación por muelle.
- Presión máxima =10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 4 enchufes machos auto-obturantes de 1/8".



**Figura 3-3.** Electroválvula distribuidora 4/2 monoestable

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

Existen varios tamaños para cada tipo de válvula, por lo general 2 o 3 tamaños, los cuales tienen

algunas diferencias entre sí como las secciones internas de paso o el diámetro de las bocas, por lo que para determinados caudales existen pérdidas de carga diferentes. Con respecto a esto podemos analizar que las pérdidas de cargas pueden variar según la vía recorrida por el fluido.

### 3.1.3 Selección de válvulas de control de flujo

Las válvulas de control de flujo son utilizadas para regular la velocidad del actuador. Ésta depende de la cantidad de líquido que se le envíe por cada unidad de tiempo. Podemos regular el caudal con una bomba de desplazamiento variable pero preferible en nuestra propuesta se utilizará una bomba de desplazamiento fijo y se regulará el caudal con una válvula de control de flujo.

#### Válvula reguladora de caudal ajustable manualmente – Cantidad: 1.

- Válvula estranguladora de caudal bidireccional, de dos vías, de aguja.
- Ajuste manual por mando giratorio.
- P<sub>max</sub>=10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 2 enchufes machos NW4 auto-obturantes de 1/8".



**Figura 4-3.** Válvula reguladora de caudal

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

### 3.1.4 Selección de la válvula reguladora de presión

La válvula limitadora de presión es esencial en un sistema oleohidráulico, su función es evitar daños al sistema debido a presiones excesivas que podrían aparecer durante su funcionamiento por algún desperfecto. La regulación de presión se realiza cuando el banco está en funcionamiento

y generalmente se la realiza de manera manual.

La válvula limitadora de presión seleccionada tiene las siguientes características:

- Presión de trabajo: 10 Bar
- Ajuste manual mediante manecilla giratoria.
- Permite ajustar el valor máximo de presión de entrada descargando al tanque a partir del valor ajustado.

### 3.1.5 Mangueras oleohidráulicas

Las mangueras a utilizar en un sistema oleohidráulico se selecciona de acuerdo a la presión de trabajo y el caudal que circulara por las mismas.

En la siguiente tabla se muestra el diámetro con su respectivo caudal nominal

**Tabla 1-3:** Diámetros de mangueras hidráulicas según el caudal

Diam. Int. Manguera		Cauda nominal l/min
Pulgadas	Mm	
3/16	4,8	8
1/4	6,3	15
3/8	9,5	30
1/2	12,7	40
3/4	19	80
1	25,4	135
1 1/4	32	210
1 1/2	38	315
2	51	450

**Fuente:** (MOROHIDRÁULICA, 2013)

En este tipo de banco se realizará prácticas de laboratorio que permita observar el funcionamiento de los distintos componentes hidráulicos, por tanto, no estará sometido a presiones excesivas, seleccionamos las siguientes tuberías:

- Característica: Mangueras de Poliuretano transparente.
- Tipo de conexiones: Alimentación, válvulas, cilindros y retorno al tanque.
- Fijación: Acoples rápidos NW4 auto-obturantes.
- Dimensión: 1/8".
-

### **3.1.6 Selección de fluido oleohidráulico**

Las prácticas de laboratorio que se realicen en el banco requiere que el fluido hidráulico transfiera adecuadamente su potencia y no se exigen cualidades específicas particulares por tanto la selección del fluido hidráulico se realizara de acuerdo a las especificaciones técnicas que tiene la bomba, la cual admite las siguientes características de fluidos: temperatura de -10 °C hasta 80 °C y el rango de viscosidad cinemática es de 6 a 500 cSt (se recomienda de 10 hasta 100 cSt ), con los datos anteriores seleccionamos el fluido hidráulico con las características siguientes:

Características del fluido hidráulico

- Tipo: Aceite colorado especial.
- Grado ISO: 32
- Viscosidad (40 °C) : 32.3 mm<sup>2</sup>/s

### **3.1.7 Acoples y adaptadores hidráulicos**

Las conexiones entre los diferentes equipos oleohidráulicos se los realizan mediante diferentes accesorios y depende del tipo de aplicación. En este banco para las prácticas de los circuitos hidráulicos se requiere que el montaje y desmontaje se lo realice de manera rápida, Entonces para acoplar y desacoplar los circuitos hidráulicos de manera rápida seleccionamos accesorios de acoples rápidos con las siguientes características:

- Tipo: Acoples rápidos hembra NW4
- Característica: Auto-obturantes
- Dimensión: 1/8"

## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

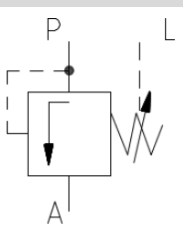
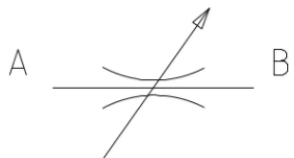
#### 4.1 Montaje y ensamblaje de elementos del banco

Los componentes del banco de pruebas deben estar distribuidos de una manera correcta de forma que el funcionamiento de cada uno sea óptimo. La disposición adecuada de los elementos hidráulicos permitirá tener fácil manejo y acceso a los mismos. Además, que las prácticas se desarrollaran de manera eficiente.

#### 4.2 Esquemas del banco oleohidráulico

Continuación se indica los componentes del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos con su respectiva simbología:

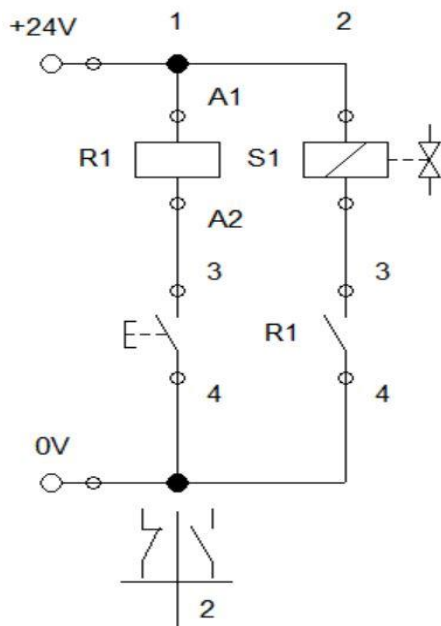
**Tabla 1-4:** Componentes que forma parte del banco de pruebas

Símbolo	Descripción
	Válvula limitadora de presión
	Válvula estranguladora de caudal

	<p>Válvula distribuidora 4/2 manual</p>
	<p>Electroválvula 4/2 monoestable</p>
	<p>Cilindro de simple efecto</p>
	<p>Cilindro de doble efecto</p>
	<p>Manómetro</p>

Fuente: (SMC INTERNATIONAL TRAINING, 2019)

El circuito eléctrico para activar la electroválvula la potencia está integrada por los siguientes componentes:



**Figura 1-4.** Circuito eléctrico.

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019

### 4.3 Realización de pruebas, verificación y funcionalidad.

#### 4.3.1 Realización de pruebas, verificación y funcionalidad

Una vez concluido con el correcto montaje del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, iniciamos con la realización de pruebas, verificación y funcionalidad del sistema, buscando como objetivos principales los siguientes:

- Descubrir un error.
- Utilizar un buen método de prueba que permita establecer errores que no se hayan detectado.
- Obtener resultados de las pruebas mediante el éxito en la aplicación de los métodos, para así poder detectar un error no descubierto antes.

*Verificación.* Una vez instalado el banco oleohidráulico y verificado el grado de estanqueidad máximo donde se produzcan CERO GOTEOS de líquido (aceite), en las operaciones de conexión y desconexión, entre las tomas de presión y la fuente de potencia, incluso en el retorno al tanque, continúan las pruebas de funcionamiento de todos los accesorios y equipos que son parte del banco oleohidráulico, con el fin de que estén en perfecto funcionamiento dentro de los parámetros establecidos y también se comprobará que las presiones de trabajo programadas en cada circuito sean las indicadas.





**Figura 2-4.** Verificación del Grupo Hidráulico

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019

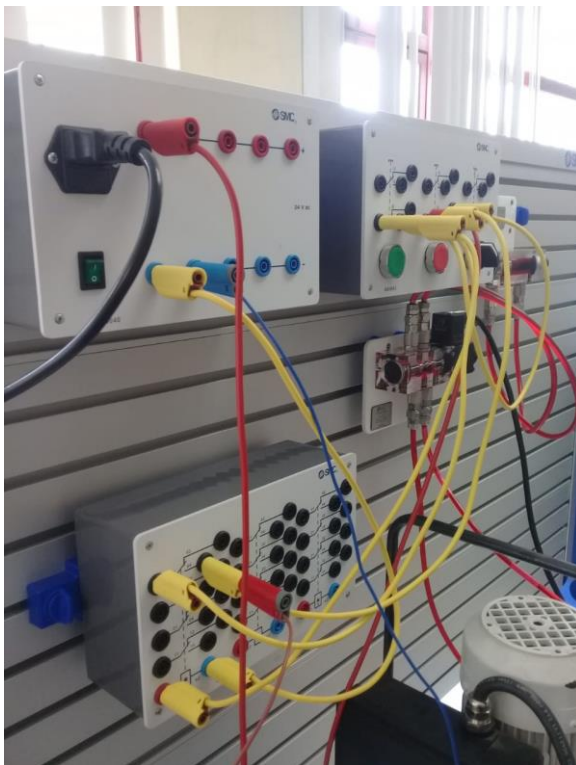
*Toma de datos.* Una vez que se hayan concluido con las pruebas de funcionamiento de cada uno de los accesorios y equipos del banco oleohidráulico, procedemos a ejecutar la toma de datos, la cual nos permitirá calibrar cada uno de los equipos y accesorios a nuestra necesidad.

Para esto realizaremos varias modificaciones lo cual nos permitirá analizar diferentes condiciones de funcionamiento.



**Figura 3-4.** Funcionamiento del cilindro de doble efecto.

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019



**Figura 4-4.** Verificación de los equipos eléctricos.

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019

*Pruebas de funcionalidad.* Al realizar las pruebas de funcionalidad se debe examinar si mediante las especificaciones acordadas de diseño, el sistema cumple con todas las necesidades de funcionamiento. En ellas se debe realizar la validación de los datos tomados, y también observar cómo se comporta el sistema en diferentes escenarios, mediante la realización de pruebas. Se deben enfocar en los límites del sistema, por ejemplo, tareas de exploración en condiciones extremas de error.



**Figura 5-4.** Montaje de equipos.

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019

*Rentabilidad del banco.* Por encima de los ingresos económicos del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, la rentabilidad se enfoca en el desarrollo de la enseñanza, experiencia y el aumento de conocimientos prácticos del estudiante y futuro ingeniero.

## CAPÍTULO V

### 5. ANÁLISIS DE COSTOS

#### 5.1 Costos directos

Costos directos	Cantidad	Detalle	Costo Unitario (USD)	Total (USD)
	10	Manguera flexible Poliuretano 1/8 pulg	2.1	21
	1	Aceite colorado hidráulico HV-32(99,5%) 24-AL (0,5%) 5L	70	70
	20	Acoples rápidos 1/8 pulg	4.85	97
	1	Válvula estranguladora de caudal transparente	370.50	370.50
	1	Electroválvula distribuidora 4/2 monoestable transparente	645	645
	1	Manómetros de glicerina de 3000 psi	14	14
	1	Cilindro de doble efecto transparente	435	435
	1	Cilindro de simple efecto transparente	405.50	405.50
	1	Válvula de alivio de presión 3000 psi VICK	195.15	195.15
	1	Juego de conectores + cable para electroimanes	125.50	125.50
<b>Total costos directos</b>				2378.65

#### 5.2 Costos Indirectos

Costos indirectos	Cantidad	Detalle	Costo unitario (USD)	Total (USD)
	1	Gastos de transporte	60	60

	1	Gastos de oficina	50	50
	1	Gastos varios	40	40
<b>Total costos indirectos</b>				150

### 5.3 Costos Totales

<b>Costos Totales</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor (USD)</b>
Costos directos	2378.65
Costos indirectos	150
<b>Total</b>	2528.65

## CAPÍTULO VI

### 6. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y GUÍAS DE LABORATORIO

#### 6.1 Manual de Operación

El primer punto fundamental dentro de la operación del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, es el conocimiento de todos sus equipos, por parte de los estudiantes u operadores, su respectivo funcionamiento, las condiciones mínimas de trabajo y seguridad, las cuales son necesarias para su apropiada operación. Al conocer esto, estamos asegurando un correcto funcionamiento y puesta en marcha del banco, lo cual preservará su vida útil y resguardará la integridad física de los operadores, en este caso los estudiantes o docentes.

Este manual de operación indicará la información más importante de los equipos que son parte del banco para el control de sistemas oleohidráulicos y también sus condiciones mínimas de operación, de esta manera cuando los estudiantes conozcan apropiadamente el banco hidráulico, y a su vez combinado con los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera en las asignaturas relacionadas a la hidráulica y al control, estarán en la capacidad de realizar varios tipos de circuitos y pruebas, con la ayuda de las guías de laboratorio que se les brindará, por lo cual al manipular los equipos hidráulicos transparentes podrán observar su funcionamiento interno.

##### 6.1.1 *Equipos oleohidráulicos transparentes*

El sistema consistirá en un panel de aluminio extrusionado con ranuras de 8,5 mm bipuesto, que permitirá el trabajo simultáneo de dos grupos de alumnos, uno a cada lado del panel. Sobre el panel se colocarán los componentes hidráulicos y electrohidráulicos con los que se va a trabajar.

Todos los componentes estarán compuestos por un cuerpo prismático de metacrilato transparente con piezas metálicas industriales en su interior permitiendo visualizar el interior de los

componentes. Cada componente deberá ir montado sobre una placa, la cual dispondrá de unos clips de fijación para poder insertar los componentes en el panel de trabajo. Las placas llevarán una etiqueta metálica identificativa del componente en cuestión que incluirá su referencia y simbología ISO. (SMC Internacional Training, 2019)

### **Cilindro de doble efecto**

- Cilindro de doble efecto. D20/D10 x 58mm de carrera.
- Pmax=10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 2 enchufes macho NW4 auto-obturantes de 1/8".

### **Cilindro de simple efecto**

- Cilindro de simple efecto. D20/D10 x 40mm de carrera. Recuperación por muelle.
- Pmax=10 bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 1 enchufe macho NW4 auto-obturantes de 1/8".

### **Electroválvula distribuidora 4/2 monoestable**

- Accionamiento por bobina de bajo consumo de 24Vcc 12w y recuperación por muelle.
- Pmax=10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 4 enchufes machos auto-obturantes de 1/8".

### **Válvula reguladora de caudal ajustable manualmente**

- Válvula estranguladora de caudal bidireccional, de dos vías, de aguja.
- Ajuste manual por mando giratorio.
- Pmax=10bar.
- En cuerpo prismático de metacrilato transparente y con piezas metálicas industriales en su interior.
- Sobre placa base con 2 enchufes machos NW4 auto-obturantes de 1/8" (SMC Internacional Training, 2019)

## **Grupo hidráulico**

Es la parte más importante del banco ya que se encuentran varios equipos como el motor de accionamiento, la bomba, la válvula de seguridad, el manómetro, filtro de aspiración y retorno y el mismo depósito el cual se debe mantener a una temperatura normal de 50 °C a 60 °C aproximadamente.

### **6.1.2 Montaje**

Al realizar el montaje o conexiones físicas de cualquier circuito y práctica, se debe tener mucho cuidado para hacerlo de la manera correcta, los equipos transparentes deben estar bien asegurados al panel ya que cuentas con unos seguros rápidos de plástico, de igual manera el correcto montaje de las mangueras hidráulicas es primordial para obtener un máximo rendimiento y una larga vida útil.

### **6.1.3 Seguridad**

Antes que la seguridad de cualquier tipo de equipos, está la vida o salud humana, por lo cual es primordial preservar la integridad física de las personas, razón por la cual se recomienda utilizar el equipo de protección personal (EPP) básico antes de realizar cualquier práctica en el banco hidráulico.

*Seguridad eléctrica.* Utilizar guantes para evitar cualquier contacto fortuito que suponga un paso de corriente a través del cuerpo.

La peligrosidad de la corriente eléctrica depende de la naturaleza de la corriente y del tiempo que permanezca el paso de la corriente por el cuerpo humano.

La fuente de alimentación que se utilizara es una tensión baja de 24 v, pero siempre hay que mantener el respeto y la seguridad a la corriente eléctrica.

*Seguridad hidráulica.* Al hablar de hidráulica la presión estará presente y será lo que debemos de mantener bajo los niveles máximos recomendados por el fabricante, por lo cual no debe superar los 10 bares.

La comprobación de la correcta conexión de las mangueras hidráulicas, junto con sus respectivos acoples rápidos, evitará cualquier tipo de fugas y peligro de accidentes.



## 6.2 Manual de mantenimiento

Según la norma UNE-EN 13306:2010 el mantenimiento se define como la “Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas en un elemento, destinados a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.”

Los sistemas oleohidráulicos bien montado e instalados, no requieren actividades de mantenimiento especiales, un mantenimiento óptimo de cada componente permitirá asegurar la vida útil del sistema. De acuerdo a la definición de mantenimiento según la norma UNE-EN 13306:2010 aplicar el mantenimiento nos permitirá reducir el desgaste de los componentes y ocasiones restablecer la capacidad adecuada del banco de pruebas.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, pero, los mantenimientos que se aplican de forma habitual son los siguientes:

- Mantenimiento preventivo: generalmente consiste en actividades de inspecciones al equipo, orientado a la conservación y preservación de sus condiciones iniciales evitando que las mismas puedan alterarse.
- Mantenimiento correctivo: cuando se ha producido una falla el mantenimiento correctivo está destinado al restablecimiento de las condiciones iniciales donde el equipo pueda cumplir con la función requerida.
- Mantenimiento predictivo: permite monitorear al equipo mediante la aplicación de diferentes técnicas que permitan la recolección de datos, los cuales servirán para un análisis futuro para determinar cuáles son las causas de diferentes fallas para suprimirlas o disminuirlas de manera que se pueda evitar paradas inesperadas.

A continuación, se establecieron tareas de mantenimiento a realizar en el banco de pruebas las cuales permitirán su correcto funcionamiento.

**Tabla 1-6:** Tareas de Mantenimiento del banco de Pruebas

Tareas de Mantenimiento			
Frecuencia	Tareas	Observaciones	Técnico Responsable
Diario	Limpiar la parte externa del sistema hidráulico		Mecánico
	Inspeccionar el nivel de aceite en el deposito	Añadir aceite limpio en caso de ser necesario	Mecánico
	Revisar la existencia de fuga en alguna conexión de los acoples con las mangueras.		Mecánico

	Inspeccionar el estado de los filtros		Mecánico
	Verificar la alimentación de las válvulas hidráulicas		Mecánico
	Ajustar la presiones de funcionamiento		Mecánico
Semanal	Inspeccionar el ajuste de los elementos de fijación de las válvulas y actuadores		Mecánico
	Verificar el acoplamiento del motor-bomba		Mecánico-Eléctrico
	Verificar la temperatura del sistema		Mecánico
Mensual	Inspeccionar el estado del aceite	Obtener muestras de aceite para el análisis.	Mecánico
Semestral	Verificar la sujeción y el anclaje del motor-bomba del modulo		Mecánico
Anual	Inspeccionar la conexiones hidráulicas		Mecánico
	Verificar el sistema eléctrico		Eléctrico
	Cambiar el filtro de aceite		Mecánico
	Cambiar el fluido hidráulico	Cada 2000 o 3000 horas de funcionamiento	Mecánico

**Realizado por:** Chávez, C; Martínez, J. 2019

Las tareas anteriormente mencionadas deben ser ejecutadas en el periodo preestablecido. Asegurando así el correcto funcionamiento del banco de pruebas. Cada tarea deberá llevar un registro en donde se indique el número de orden, la fecha, el nombre del ejecutante además de sus respectivas observaciones. Información que será analizada para llevar una adecuada gestión de mantenimiento.

**NOTA:** Los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento están en la capacidad de realizar las tareas de mantenimiento establecidas, sin embargo el técnico encargado del laboratorio debería ser quien se encargue de ejecutar todas las tareas de mantenimiento de acuerdo a como se lo realiza en cada uno de los laboratorios de la institución.

### 6.3 Guías de Laboratorio

Para el mejor entendimiento del funcionamiento del control de sistemas oleohidráulicos se recomienda realizar las siguientes prácticas de laboratorio en el banco de pruebas.

#### 6.3.1 Temas de prácticas

01. Identificación de los componentes de un circuito oleohidráulico.
02. Mando de un cilindro de simple efecto controlado por una válvula manual.
03. Mando de un cilindro de doble efecto controlado por una electroválvula 4/2.

04. Accionamiento de un cilindro de doble efecto con enclavamiento eléctrico.

### **6.3.2 *Modelo de la guía de prácticas de laboratorio***

La escuela de Ingeniería de Mantenimiento especifica algunos puntos que debe contener un informe de laboratorio, el siguiente modelo de guía está basado en los mismos. Este informe de deberá ser presentado por cada uno de los estudiantes o por el grupo de trabajo.

A continuación, se mencionan los ítems que debe contener el informe:

- Tema
- Datos Generales
- Objetivos
- Equipos y Materiales
- Marco Teórico
- Conclusiones y Recomendaciones
- Bibliografía
- Anexos



## GUÍA DE LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

### Práctica No 01

**TEMA:** “IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN CIRCUITO OLEOHIDRÁULICO”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO

**GRUPO No.:** .....

**FECHA DE REALIZACIÓN:** ..... **FECHA DE ENTREGA:** .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar los componentes de un circuito oleohidráulico

##### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la función que cumple cada uno de los componentes que forma parte del banco hidráulico.
- Identificar cada una de las partes que constituye los componentes de un sistema oleohidráulico.



- Comprobar el adecuado funcionamiento de cada componente hidráulico del banco de pruebas.

### 3. EQUIPOS

#### 3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Guantes
- Gafas de seguridad
- Mandil

#### 3.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grupo Hidráulico
- Manómetro
- Válvula limitadora de presión
- Electroválvula 4/2
- Electroválvula 4/3
- Cilindro de simple efecto
- Cilindro de doble efecto
- Válvula de reguladora caudal
- Mangueras transparentes

### 4. ESQUEMAS

#### 4.1. CIRCUITO HIDRÁULICO

#### 4.2. CIRCUITO ELÉCTRICO

### 5. MARCO TEÓRICO

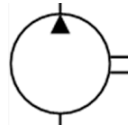
#### 5.1. Bomba de engranajes

En la bomba de engranaje, la energía mecánica del motor de accionamiento se transforma en energía hidráulica. La bomba de engranaje tiene que producir un determinado caudal de fluido (caudal de impulsión) y mantenerlo prácticamente constante, incluso frente a resistencias hidráulicas.

#### *Símbolo*

Bomba hidráulica con una dirección de suministro y volumen constante por vuelta



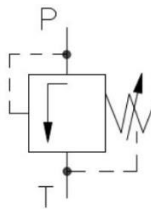


### 5.2. Válvula limitadora de presión

La válvula limitadora de presión comandada directamente sirve para limitar la presión del sistema hidráulico a un valor máximo regulable y para proteger a todo el sistema de sobrecargas. La presión limitada es generalmente más alta que la presión de trabajo máximo del elemento de consumo durante su movimiento.

#### *Símbolo*

Válvula limitadora de presión comandada directamente:

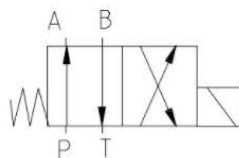


### 5.3. Válvulas de paso (Distribuidoras)

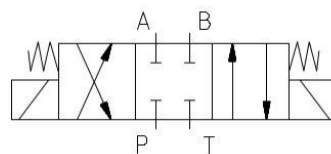
Las válvulas de paso dirigen el caudal del fluido hidráulico en determinadas direcciones e influyen en el arranque/parada.

#### **Símbolo**

Válvula de 4/2 vías accionada bobina magnética y con resorte.



Válvula de 4/3 vías centros cerrados accionada bobina magnética-bobina magnética.



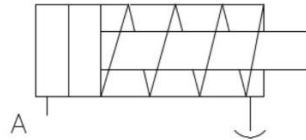
### 5.4. Cilindro de simple efecto



El cilindro de simple efecto transforma la energía del fluido hidráulico en una fuerza y movimiento de acción rectilínea

A los cilindros en general se les denomina también motores lineales

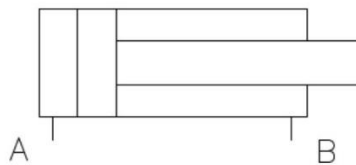
*Símbolo*



### 5.5. Cilindro de doble efecto

El cilindro de doble efecto transforma la energía del fluido hidráulico en fuerzas y movimientos de acción rectilínea. Realiza un trabajo en ambas direcciones del movimiento.

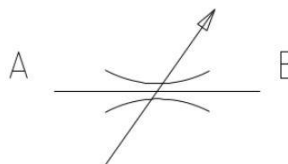
*Símbolo*



### 5.6. Válvula reguladora de caudal

La válvula reguladora de caudal mantiene constante un caudal volumétrico  $Q_{SR}$  que se ha regulado, con independencia de que cambien las presiones de entrada y salida  $p_1$  o  $p_3$  y también con amplia independencia de la viscosidad.

*Símbolo*



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Describir en forma lógica las conclusiones a que conlleven la práctica y las recomendaciones que sean pertinentes*

- .....



- .....  
▪ .....  
.....

**7. Bibliografía**

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustentan la práctica con bibliografía existente en bibliotecas y debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos o descargados.*

- .....  
.....
- .....  
.....







## GUÍA DE LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

### Práctica No 02

**TEMA:** “MANDO DE UN CILINDRO DE SIMPLE EFECTO CONTROLADO POR UNA VÁLVULA MANUAL”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO

**GRUPO No.:** .....

**FECHA DE REALIZACIÓN:** ..... **FECHA DE ENTREGA:** .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. OBJETIVOS GENERAL

Analizar el funcionamiento de un cilindro de simple efecto controlado por una válvula manual 4/2.

##### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y operar un circuito hidráulico para controlar un cilindro de simple efecto mediante una válvula manual 4/2.
- Explicar el funcionamiento y uso de una válvula manual 4/2.
- Comprobar el avance del cilindro de simple efecto.



### 3. EQUIPOS

#### 3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

EPP	RIESGO A EVITAR
Guantes	<ul style="list-style-type: none"><li>- Atrapamiento por o entre objetos</li><li>- Contusiones por manipulación de objetos</li><li>- Quemaduras por contacto eléctrico directo</li><li>- Punzamiento de objetos cortopunzantes</li></ul>
Gafas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>- Afecciones o irritaciones por salpicaduras de aceite en los ojos</li></ul>
Mandil	<ul style="list-style-type: none"><li>- Contacto directo de aceite en la piel y en la ropa en caso de fugas</li></ul>

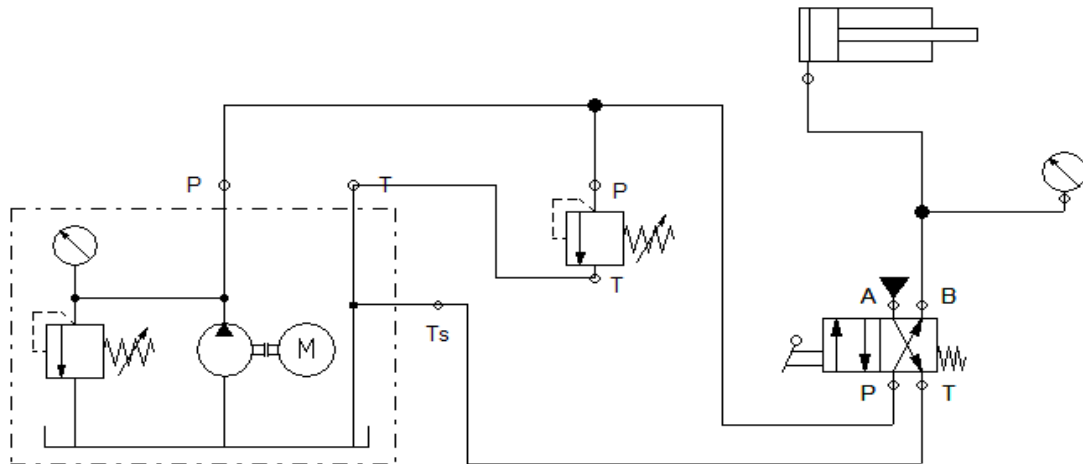
#### 3.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grupo Hidráulico
- Manómetro
- Válvula limitadora de presión
- Válvula manual 4/2
- Cilindro de simple efecto
- Mangueras transparentes
- Distribuidor de 6 vías

### 4. ESQUEMAS

#### 4.1. CIRCUITO HIDRÁULICO





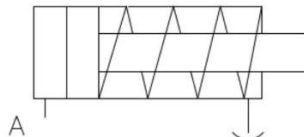
## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Definición

El cilindro de simple efecto transforma la energía del fluido hidráulico en una fuerza y movimiento de acción rectilínea.

A los cilindros en general se les denomina también motores lineales.

### 5.2. Símbolo



### 5.3. Construcción

El cilindro de efecto simple se compone de las siguientes piezas importantes para su funcionamiento.

- Camisa del cilindro
- Vástago del pistón
- Pistón con junta
- Tapa del lado del pistón con junta tórica
- Tapa del lado del vástago

### 5.4. Modo de trabajo



El fluido pasa por el lado del pistón al cuerpo del cilindro (acción sobre un solo lado). La fuerza contrapuesta en el pistón (carga exterior) hace que se forme una presión. Una vez superada la fuerza contrapuesta, el pistón con su vástago se pone en movimiento (avance). El retroceso del pistón, después de cambiar el sentido de la válvula de paso, tiene que hacerse por medio de una fuerza exterior (un peso o la fuerza de un resorte)

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Describir en forma lógica las conclusiones a que conlleven la práctica y las recomendaciones que sean pertinentes*

- .....  
.....
- .....  
.....

## 7. Bibliografía

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustentan la práctica con bibliografía existente en bibliotecas y debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos o descargados.*

- .....  
.....
- .....  
.....





# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA - ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

## GUÍA DE LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

### Práctica No 03

**TEMA:** “MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CONTROLADO POR UNA ELECTROVÁLVULA 4/2”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO

**GRUPO No.:** .....

**FECHA DE REALIZACIÓN:** ..... **FECHA DE ENTREGA:** .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el funcionamiento de un cilindro de doble efecto controlado por una electroválvula 4/2

##### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y operar un circuito hidráulico y eléctrico para controlar un cilindro de doble efecto mediante una electroválvula 4/2.
- Explicar el funcionamiento y uso de una electroválvula 4/2.
- Comprobar el avance y retroceso del cilindro de doble efecto.



Laboratorio  
Oleohidráulica

### 3. EQUIPOS

#### 3.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

EPP	RIESGO A EVITAR
Guantes	<ul style="list-style-type: none"><li>- Atrapamiento por o entre objetos</li><li>- Contusiones por manipulación de objetos</li><li>- Quemaduras por contacto eléctrico directo</li><li>- Punzamiento de objetos cortopunzantes</li></ul>
Gafas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>- Afecciones o irritaciones por salpicaduras de aceite en los ojos</li></ul>
Mandil	<ul style="list-style-type: none"><li>- Contacto directo de aceite en la piel y en la ropa en caso de fugas</li></ul>

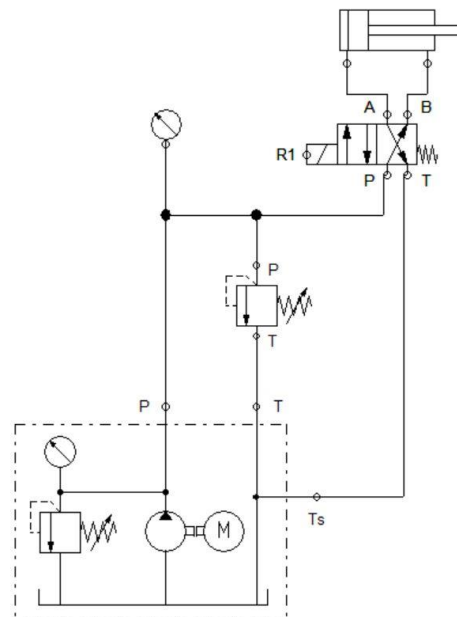
#### 3.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grupo Hidráulico
- Manómetro
- Válvula limitadora de presión
- Electroválvula 4/2
- Cilindro de doble efecto
- Mangueras transparentes
- Fuente de Alimentación de 24 V
- Conjunto de pulsadores
- Conjunto de Relés
- Cables con conectores eléctricos

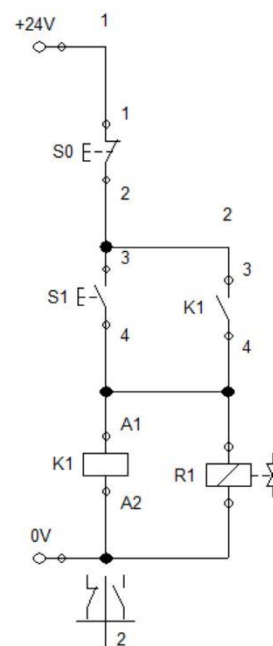
### 4. ESQUEMAS

#### 4.1 CIRCUITO HIDRÁULICO





## 4.2 CIRCUITO ELÉCTRICO



## 5. MARCO TEÓRICO

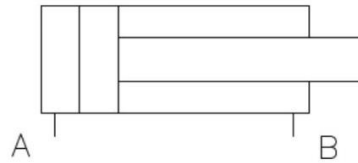
### 5.1 Definición

El cilindro de doble efecto transforma la energía del fluido hidráulico en fuerzas y movimientos de acción rectilínea. Realiza un trabajo en ambas direcciones del movimiento.



## 5.2 Símbolo

Cilindro de doble efecto con vástago del pistón en un solo lado.



## 5.3 Construcción

El cilindro de doble efecto se compone, como el de simple efecto, de las siguientes piezas importantes para su funcionamiento

- 1) Camisa del cilindro
- 2) Vástago del pistón
- 3) Pistón con junta
- 4) Tapa del lado del pistón con junta tórica
- 5) Tapa de lado del pistón del vástago con junta tórica para la tapa
- 6) Rascador

## 5.4 Modo de trabajo

En el avance (salida)  $v_1$  entra líquido por la conexión A en el cilindro, actuando la superficie  $A_1$  del pistón, el cual avanza, produciéndose una presión  $p_1$  que depende de la carga. El líquido hidráulico que se encuentra en el lado del vástago del pistón es desplazado, fluyendo por la boca al depósito.

En retroceso  $v_2$  el líquido hidráulico entra por la boca B en el cilindro, actuando sobre la superficie anular  $A_2$ . El pistón retrocede, siendo desplazado el líquido que se encuentra en el lado del pistón  $A_1$  y fluyendo por la boca A al depósito. Como las superficie  $A_1$  es mayor que la  $A_2$ , aquella desplaza un volumen mayor produciéndose un caudal mayor también.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Describir en forma lógica las conclusiones a que conlleven la práctica y las recomendaciones que sean pertinentes*

- .....
- .....
- .....





.....

**7. Bibliografía**

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustentan la práctica con bibliografía existente en bibliotecas y debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos o descargados.*

- .....  
.....
- .....  
.....





## GUÍA DE LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

### Práctica No 04

**TEMA:** “MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CONTROLADO POR UNA ELECTROVÁLVULA 4/2”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO

**GRUPO No.:** .....

**FECHA DE REALIZACIÓN:** ..... **FECHA DE ENTREGA:** .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el accionamiento de un cilindro de doble efecto con enclavamiento eléctrico.

##### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y operar un circuito hidráulico y eléctrico para controlar un cilindro de doble efecto con enclavamiento eléctrico.
- Comprender y explicar el enclavamiento eléctrico.



- Comprobar el avance y retroceso del cilindro de doble efecto.

### 3. EQUIPOS

#### 3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

EPP	RIESGO A EVITAR
Guantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamiento por o entre objetos</li> <li>- Contusiones por manipulación de objetos</li> <li>- Quemaduras por contacto eléctrico directo</li> <li>- Punzamiento de objetos cortopunzantes</li> </ul>
Gafas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afecciones o irritaciones por salpicaduras de aceite en los ojos</li> </ul>
Mandil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contacto directo de aceite en la piel y en la ropa en caso de fugas</li> </ul>

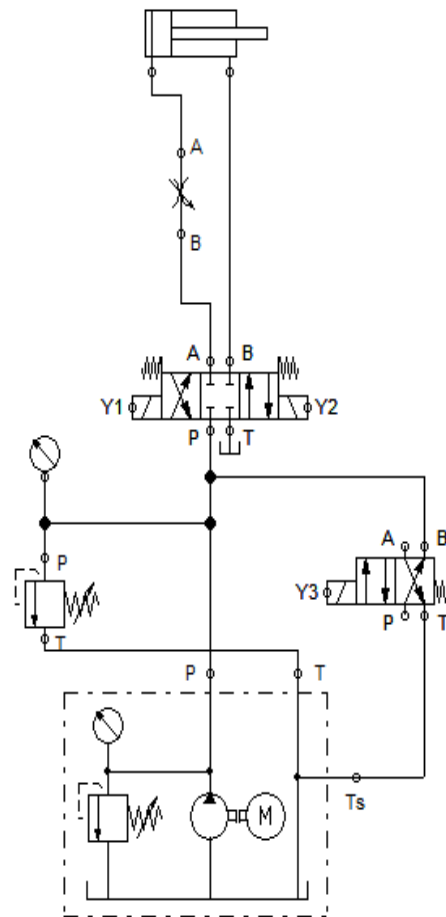
#### 3.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grupo Hidráulico
- Manómetro
- Válvula limitadora de presión
- Electroválvula 4/3
- Electroválvula 4/2
- Válvula estranguladora de caudal
- Cilindro de doble efecto
- Mangueras transparentes
- Fuente de Alimentación de 24 V
- Conjunto de pulsadores
- Conjunto de Relés
- Cables con conectores eléctricos
- Distribuidor de 4 vías

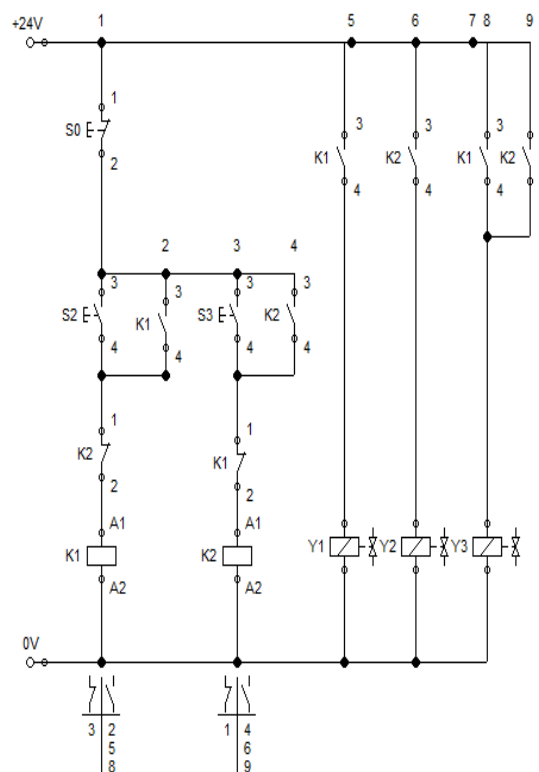
### 4. ESQUEMAS

#### 4.1. CIRCUITO HIDRÁULICO





#### 4.2. CIRCUITO ELÉCTRICO



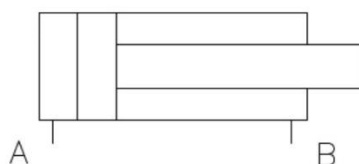
## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Definición

El cilindro de doble efecto transforma la energía del fluido hidráulico en fuerzas y movimientos de acción rectilínea. Realiza un trabajo en ambas direcciones del movimiento.

### 5.2. Símbolo

Cilindro de doble efecto con vástago del pistón en un solo lado.



### 5.3. Construcción

El cilindro de doble efecto se compone, como el de simple efecto, de las siguientes piezas importantes para su funcionamiento

- 1) Camisa del cilindro
- 2) Vasto del pistón
- 3) Pistón con junta
- 4) Tapa del lado del pistón con junta tórica
- 5) Tapa de lado del pistón del vástago con junta tórica para la tapa
- 6) Rascador

### 5.4. Modo de trabajo

En el avance (salida)  $v_1$  entra líquido por la conexión A en el cilindro, actuando la superficie  $A_1$  del pistón, el cual avanza, produciéndose una presión  $p_1$  que depende de la carga. El líquido hidráulico que se encuentra en el lado del vástago del pistón es desplazado, fluyendo por la boca al depósito.

En retroceso  $v_2$  el líquido hidráulico entra por la boca B en el cilindro, actuando sobre la superficie anular  $A_2$ . El pistón retrocede, siendo desplazado el líquido que se encuentra en el lado del pistón  $A_1$  y fluyendo por la boca A al depósito. Como la superficie  $A_1$  es mayor que la  $A_2$ , aquella desplaza un volumen mayor produciéndose un caudal mayor también.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Describir en forma lógica las conclusiones a que conlleven la práctica y las recomendaciones que sean pertinentes*

- .....  
.....
- .....  
.....

## 7. Bibliografía

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed.; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustentan la práctica con bibliografía existente en bibliotecas y debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos o descargados.*

- .....  
.....
- .....  
.....



## **CAPÍTULO VII**

### **7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 Conclusiones**

Implementamos el banco de pruebas, el mismo que es de fácil manejo y operación permitiendo así a los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento realizar prácticas, mejorando los conocimientos sobre sistemas oleohidráulicos los cuales se aplicarán en el ámbito laboral y profesional.

Se seleccionaron los diferentes equipos, elementos y dispositivos tanto hidráulicos y eléctricos que necesitamos para ejecutar el funcionamiento y puesta en marcha garantizando así su mejor rendimiento.

Realizamos la construcción del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos mediante el uso de equipos con cuerpo prismático de metacrilato transparentes que permiten observar la interacción entre el fluido y los mecanismos metálicos industriales internos.

Elaboramos un manual de operación, plan de mantenimiento y guías de laboratorio del banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos, siguiendo las recomendaciones del modelo institucional, con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento y preservar la vida útil del mismo.

#### **7.2 Recomendaciones**

Las actividades de mantenimiento se deben ejecutar en la frecuencia establecida en el plan de mantenimiento realizado con el fin de preservar en condiciones ideales el banco de pruebas oleohidráulico.

Se debe realizar la simulación del circuito eléctrico y del circuito hidráulico, puesto que en la simulación se pueden realizar las correcciones de errores para que al momento de realizar la conexión física de los componentes no existan fallas.

Se recomienda realizar la identificación de los equipos hidráulicos, antes de la puesta en marcha del banco de pruebas, asegurando su correcto funcionamiento, lo cual resguardará la integridad física de los operadores y preservará la vida útil del banco.

Al realizar las conexiones de los circuitos hidráulicos y eléctricos, debemos asegurarnos que tanto los acoples rápidos de las mangueras, como los conectores eléctricos de los cables, se encuentren instalados correctamente, para evitar posibles daños de los equipos y evitar cualquier peligro de accidentes.



## BIBLIOGRAFÍA

**ALMADOZ BERRONDO, Javier.** *Sistemas Neumaticos Y Oleohidraulicos.* Lejona : Mecing, 2007, pp. 3-30.

**ARAGÓN, Gerardo; Et Al.** *Introduccion a la Potencia Fluida.* México : Reverté Ediciones, 2014. pp. 174-200.

**ASHM.** *Aceros y Sistemas Hidraulicos de Mexico*[blog]. [Consulta: 26 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.ashm.mx/blog/como-funcionan-las-valvulas-selectoras-de-flujo-divisoras-de-flujo-y-valvulas-check/>.

**Atlantic International University.** AIU[blog]. [Consulta: 25 de junio de 2019]. Disponible en: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>.

**BASUALDO LARRABAZAL, Geraldine.** Estudio de los parametros fluidodinamicos del sistema olohidraulico en los camiones compactadores 17250e y su empleo en el analisis de modos y efectos de falla [En linea] (Trabajo de Titulacion). (Ingeniería) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 2017. pp. 34-56. Consulta [2019-06-25]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5856>.

**CARRILLO ANCHUNDIA, Edwin & REYES ZAMBRANO , Richard.** Diseño, calculo y construcción de un banco de pruebas para cilindros hidráulicos hasta cinco toneladas de capacidad on válvulas direccionales de flujo [En linea] (Trabajo de Titulacion). (Ingenieria) Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Manta, Ecuador. 2015. pp 54-85. Consulta [2019-07-23] Disponible en: <http://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/1037>

**CREUS SOLÉ, Antonio.** *Neumatica e Hidráulica.* 2ª ed. Mexico : Alfaomega, 2011. pp. 110-112.

**DIAZ LUNA, Nestor.** Diseño del sistema oleohidraulico de un banco de pruebas para bombas olohidraulicas de desplazamiento positivo, de 5 hasta 200 cm<sup>3</sup> por revolucion y 345 bar de presion máxima [En linea] (Trabajo de Titulacion). (Ingenieria) Universidad Nacional de Ingenieria , Lima, Perú : 2014. pp. 45-76. Cosnulta [2019-06-25]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/13217>

**GLOLEOHIDRÁULICA.** *GLOLEOHIDRÁULICA*[blog]. [Consulta: 26 de julio de 2019.]

Disponible en: <http://www.gloleohidraulica.com/es/images/prodCi15.png>.

**INGEMECÁNICA.COM.** *Sistemas Hidráulicos de Transmisión de Potencia* [blog]. [Consulta: 04 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>.

**MECALUX LOGISMARKET .** *Válvula Hidráulicas* [blog]. [Consulta: 26 de junio de 2019.] Disponible en: <https://www.logismarket.com.mx/cesehsa/valvulas-hidraulicas-de-control-direccional/2313432550-1313791273-p.html>.

**MOROHIDRÁULICA. 2013.** *Morohidraulica* [blog] . [Consulta : 09 de julio de 2019.] Disponible en : [http://www.morohidraulica.com.ar/productos\\_1.html](http://www.morohidraulica.com.ar/productos_1.html).

**RENATE Aheimer; Et Al.** *Hidraulica Electrohidraulica Fundamentos.* Alemania : Festo Didactic, 2013. p. 11.

**SAÍZ, María de Jesús.** *Circuitos Neumaticos y Oleohidraulicos.* Madrid : Departamento de Tecnologia, 2017. p. 12.

**SERRANO NICOLAS, Antonio.** *Olehidraulica.* Madrid : McGraw-Hill, 2002. p. 45.

**SMC INTERNATIONAL TRAINING.** *Componentes de Sistemas hidraulicos*[blog]. [Consulta : 25 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.smctraining.com/es/newpage/newsdetail/1303>.

**SOC CARRUBIAS.** *Mangueras Hidraulicas* [blog]. [Consulta: 26 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www.sccovarrubias.cl/Manguera%20Hidrau.pdf>.

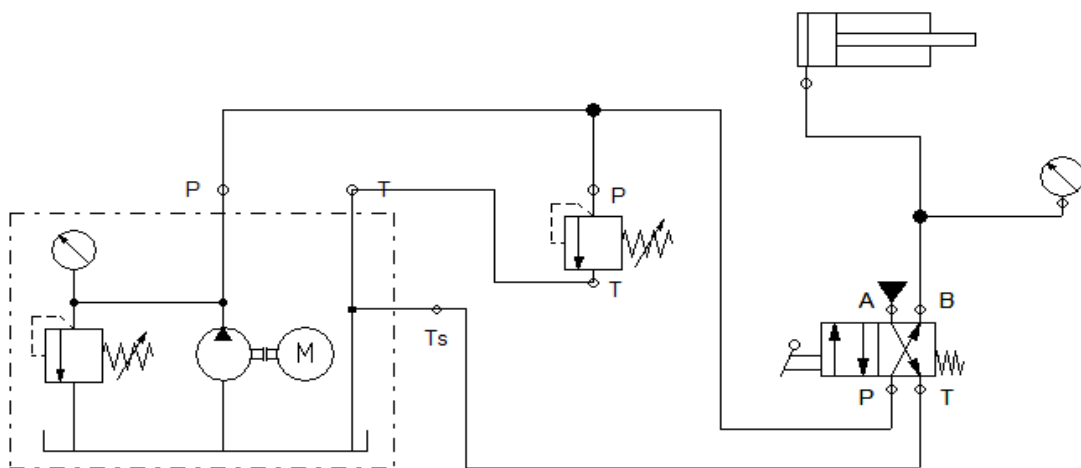
**SOLORZANO , Ricardo.** *Hdraulics & Pneumatics* [blog]. [Consulta: 29 de junio de 2019.] Disponible en: <https://www.hydraulicspneumatics.com/blog/principios-ingenieriles-b-sicos-motores-hidr-ulicos>.

## ANEXOS

### Anexo A: Esquemas hidráulicos y eléctricos

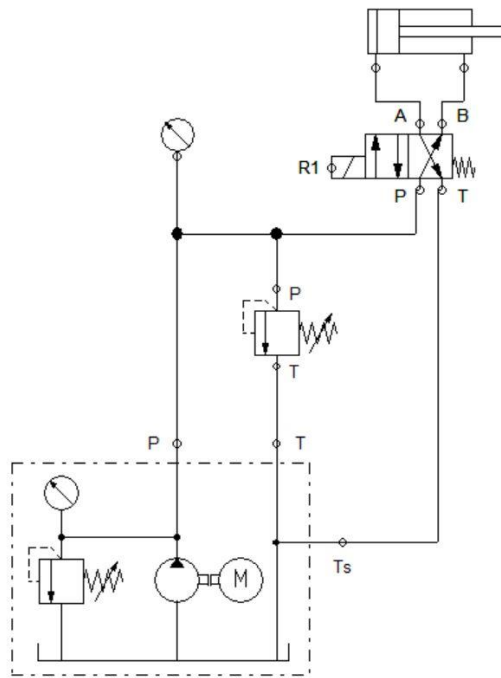
#### ESQUEMA DE LA PRÁCTICA N.- 02

CIRCUITO HIDRÁULICO DE UN CILINDRO DE SIMPLE EFECTO CONTROLADO POR UNA VÁLVULA MANUAL

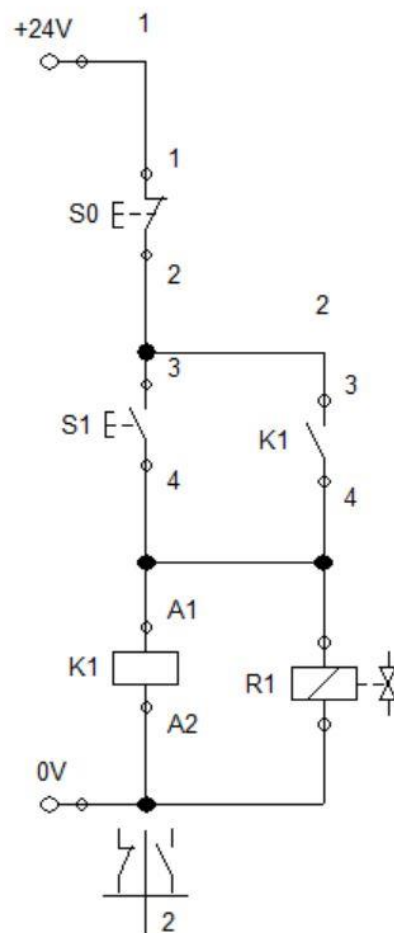


#### ESQUEMAS DE LA PRÁCTICA N.- 03

CIRCUITO HIDRÁULICO PARA EL MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CONTROLADO POR UNA ELECTROVÁLVULA 4/2

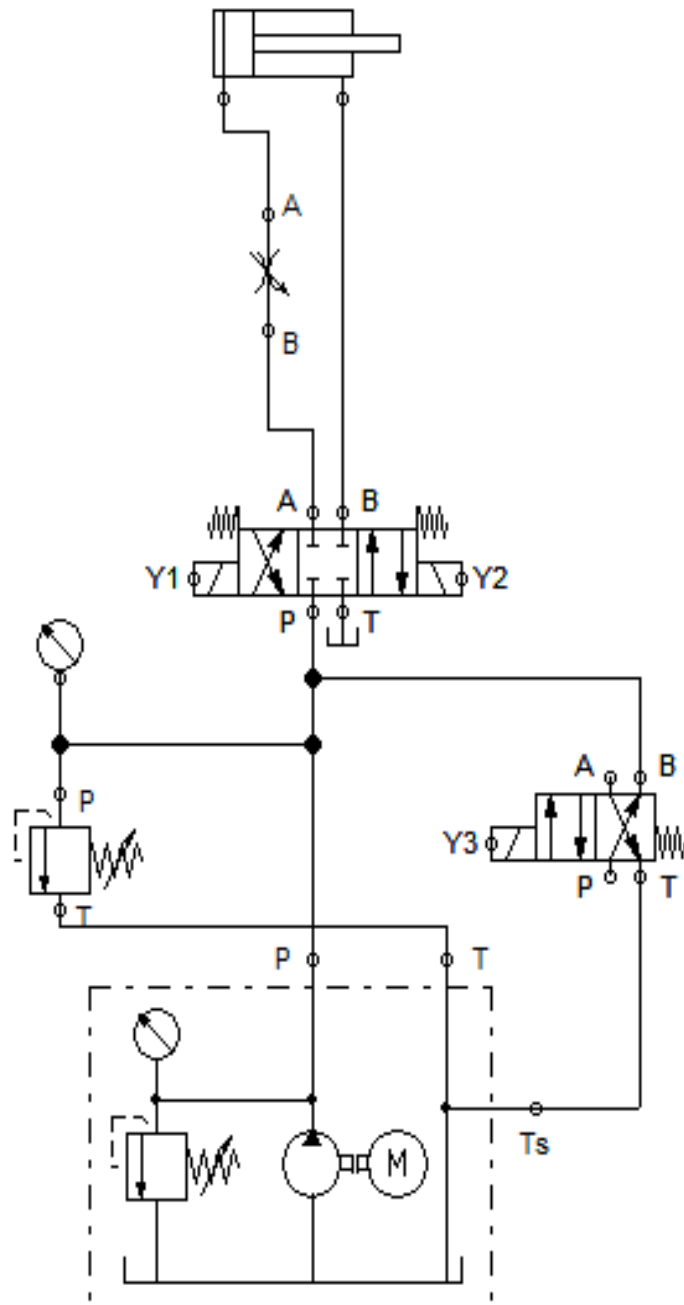


CIRCUITO ELÉCTRICO PARA EL MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CONTROLADO POR UNA ELECTROVÁLVULA 4/2

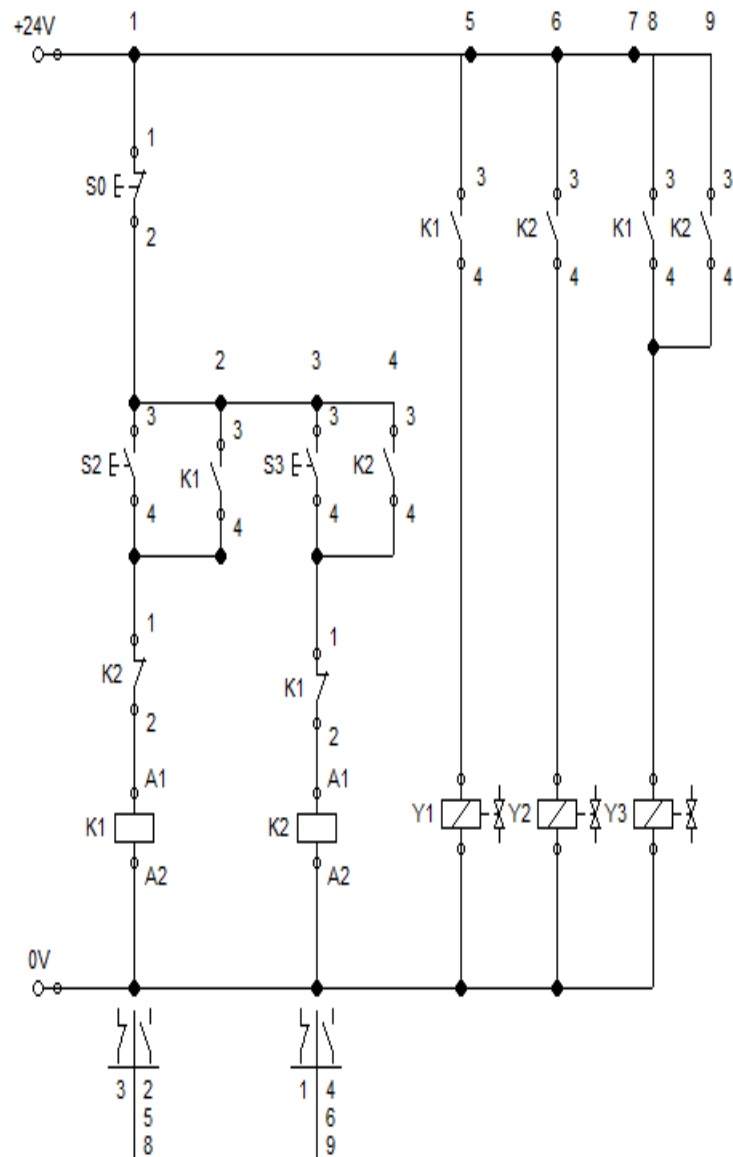


## ESQUEMAS DE LA PRÁCTICA N.- 04

CIRCUITO HIDRÁULICO DEL ACCIONAMIENTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO



CIRCUITO ELÉCTRICO DEL ACCIONAMIENTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO  
 CON ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE**  
**Y LA INVESTIGACIÓN**  
**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 12/11/2019

<b>INFORMACIÓN DE AUTORES</b>
CHÁVEZ ALARCÓN CRISTIAN GEOVANNY MARTÍNEZ BEJARANO JEFERSON STALIN
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> FACULTA DE MECÁNICA
<b>Carrera:</b> CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO
<b>Título a optar:</b> INGENIERA DE MANTENIMIENTO
<b>F. Documentalista:</b>