



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA

Sergio Federico Estrada Berganza

Asesorado por el Ing. José Ismael Véliz Padilla

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA
MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SERGIO FEDERICO ESTRADA BERGANZA

ASESORADO POR EL ING. JOSE ISMAEL VÉLIZ PADILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería mecánica, con fecha 17 de julio de 2018.


Sergio Federico Estrada Berganza

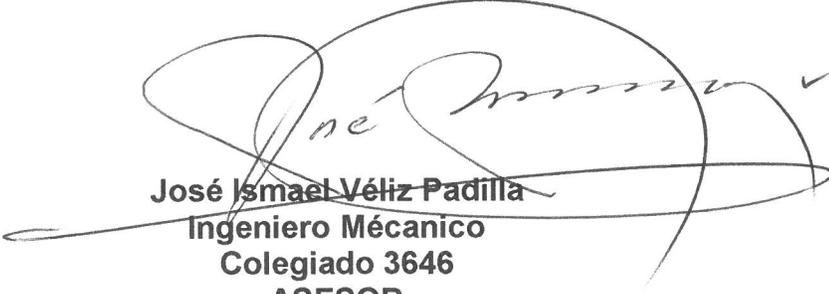
Guatemala 19 de noviembre 2018

Ing. Julio Cesar Campos Paíz
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Atentamente informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por el estudiante **Sergio Federico Estrada Berganza**, con registro académico **200018411**, por lo anterior apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

Atentamente,



José Ismael Véliz Padilla
Ingeniero Mecánico
Colegiado 3646
ASESOR

JOSÉ ISMAEL VÉLIZ PADILLA
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO 3646



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.018.2019

El Coordinador del Área de Materiales de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA**, desarrollado por el estudiante **Sergio Federico Estrada Berganza**, CUI 2467729480101, Registro Académico **200018411** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Materiales de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero 2019



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.271.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Asesor y del Coordinador del Área de Materiales al trabajo de graduación titulado: **CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA**, desarrollado por el estudiante **Sergio Federico Estrada Berganza**, **CUI 2467729480101**, Registro Académico **200018411** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2019

/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.520.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **CURSO TÉCNICO DE OLEOHIDRÁULICA APLICADA A INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio Federico Estrada Berganza** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cardova Estrada
Decana
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, noviembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme dado el don de la sabiduría y el del entendimiento.
Mis padres	Federico Estrada y Sofía de Estrada, por su cariño y apoyo incondicional.
Mi esposa	Inga. Margareth, por todo tu amor, cariño y dedicación.
Mis hijos	Por ser mi motor de vida.
Mis hermanos	En cada triunfo y dificultad estaré siempre con ustedes.
Mi familia	Por estar siempre a mi lado, gracias por su apoyo, a mis tíos, primos, sobrinos y a toda mi familia en general.
Mis amistades	Por todo el apoyo que me brindan y sus consejos.
Mi suegro	Por su cariño y apoyo.
Mis cuñados	Por toda su amistad y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser iluminación de mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que formó en mí un buen profesional.
Mi asesor	Ing. José Ismael Véliz Padilla, por su guía, apoyo constante y desinteresado.
Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez	Por ayudarme y guiarme en la realización del presente trabajo de graduación.
Escuela de Ing. Mecánica	Por abrirme las puertas al realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Concepto de hidráulica	1
1.2. Concepto de oleohidráulica	4
1.2.1. Unidad generadora o motor	5
1.2.2. Depósito de aceite	6
1.2.3. Manómetros.....	8
1.2.4. Enfriadores de aceite	8
1.2.5. Filtro de aceite hidráulico	9
1.3. Concepto de bombas oleohidráulicas.....	10
1.3.1. Ejemplo cálculo de bomba.....	11
1.3.2. Clases de bombas oleohidráulicas	13
1.3.2.1. Bombas de engranajes	13
1.3.2.2. Bombas de paletas	14
1.3.2.3. Bombas de pistones	15
1.3.2.4. Bombas de flujo constante	16
1.3.2.5. Bombas de flujo variable	17
1.4. Concepto de válvulas oleohidráulicas	17
1.4.1. Válvulas direccionales	18

1.4.2.	Tipos de accionamiento de válvulas.....	22
1.4.3.	Válvula limitadora de presión	23
1.4.4.	Válvula de retención	24
1.4.5.	Válvula reguladora de caudal	25
1.4.6.	Válvula controladora de caudal	26
1.4.7.	Válvula de dirección (orbitrol)	26
1.5.	Conductores y conexiones	27
1.6.	Concepto de cilindros oleohidráulicos	30
1.7.	Concepto de actuadores de rotación.....	31
1.8.	Acumuladores oleohidráulicos	32
2.	OLEOHIDRÁULICA	35
2.1.	Aceite hidráulico	35
2.1.1.	Aceites minerales	35
2.1.2.	Aceites sintéticos.....	36
2.2.	Selección de un fluido	37
2.3.	Funciones de los fluidos.....	37
2.4.	Simbología hidráulica	39
2.4.1.	Bombas oleohidráulicas	39
2.4.2.	Válvulas hidráulicas.....	40
2.4.3.	Válvulas especiales.....	44
2.4.4.	Pilotaje en las válvulas	46
2.5.	Diagramas hidráulicos.....	48
2.5.1.	Plano de situación	48
2.5.2.	Diagrama espacio-fase	49
2.6.	Interpretación de diagramas hidráulicos.....	50
2.6.1.	Ejemplo para explicar No.1	50
2.6.2.	Ejemplo para explicar No.2	61

3.	ELECTROHIDRÁULICA.....	77
3.1.	Pilotaje eléctrico	77
3.2.	Fuentes de poder	78
3.3.	Accionamientos eléctricos	78
3.3.1.	Pulsadores e interruptores.....	79
3.3.2.	Relés	82
3.3.2.1.	Funcionamiento de un relé	83
3.3.2.2.	Tipos de relés	84
3.3.3.	Electroválvulas.....	86
3.4.	Simbología electrohidráulica.....	86
3.5.	Diagramas electrohidráulicos	88
3.5.1.	Ejemplo para explicar electrohidráulico No.1	88
3.5.2.	Ejemplo para explicar electrohidráulico No.2.....	96
4.	EJECUCIÓN DEL CURSO DE OLEOHIDRÁULICA	103
4.1.	Costo del curso.....	103
4.2.	Uso del programa Didacta FluidSIM.....	106
4.2.1.	Funcionalidad del programa	106
4.2.2.	Introducción a la simulación y construcción de circuitos	109
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES.....	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Prensa hidráulica	2
2.	Gato hidráulico	3
3.	Tanque de aceite	7
4.	Bomba de engranaje	14
5.	Bomba de paleta	15
6.	Bomba de pistón	16
7.	Válvula posición central.....	21
8.	Válvula posición central, hacia la derecha	21
9.	Válvula posición central, hacia la izquierda.....	22
10.	Simbología de tipos comunes de accionamientos	23
11.	Simbología válvula limitadora de presión	24
12.	Simbología válvula de retención	25
13.	Simbología válvula reguladora de caudal.....	25
14.	Simbología válvula controladora de caudal.....	26
15.	Simbología válvula de dirección	27
16.	Simbología conductores y conexiones	29
17.	Simbología cilindro de simple efecto	30
18.	Simbología cilindro de doble efecto	31
19.	Simbología motor de rotación	32
20.	Simbología acumulador con gas	33
21.	Simbología acumulador cargado por resorte	34
22.	Representación de las vías	41
23.	Ejemplo de plano de situación	48

24.	Diagrama espacio-fase	49
25.	Diagrama oleohidráulico de un montacargas.....	52
26.	Diagrama de fuerza para dirección	54
27.	Diagrama de control de mandos	55
28.	Diagrama de trabajo de la torre inclinación hacia atrás	56
29.	Diagrama de trabajo inclinación de la torre hacia adelante	57
30.	Diagrama de trabajo de elevador hacia arriba	58
31.	Diagrama de trabajo de elevador hacia abajo	60
32.	Diagrama camión minero articulado Caterpillar AD30	62
33.	Diagrama seccionado del sistema de dirección	67
34.	Diagrama seccionado del sistema de levante de la palangana del camión.....	70
35.	Diagrama seccionado del freno de servicio, retardador, freno de parqueo y sistema de enfriamiento de ejes	75
36.	Pulsador (accionamiento)	79
37.	Contacto normalmente abierto.....	80
38.	Contacto normalmente cerrado	81
39.	Contacto normalmente conmutado	81
40.	Componentes de un relé.....	83
41.	Circuitos de un relé	83
42.	Circuito cuando se enciende el interruptor del relé	84
43.	Circuito cuando el relé está normalmente abierto (NO)	85
44.	Circuito cuando el relé está normalmente cerrado (NC)	85
45.	Electroválvula	86
46.	Imagen ampliada del diagrama de sección de cilindros de estabilizador.....	90
47.	Plano eléctrico de perforadora Sandvik DD310-26 4766	93
48.	Imagen ampliada de sección de estabilizadores frontales.....	94

49.	Imagen ampliada de sistema de giro de boquilla de lanzadora de concreto SK4210 PUTZMEISTER	97
50.	Imagen ampliada de la sección de giro de la boquilla	100
51.	Cotización de equipo por utilizar	104
52.	Pantalla de superficie de trabajo, cuadro sinóptico global.....	110
53.	Pantalla de superficie de trabajo	113
54.	Ventana de circuito elegido	114
55.	Ventana de circuito elegido con conductos coloreados.....	115
56.	Ventanas de edición y simulación	120
57.	Ventanas de opciones de simulación	121

TABLAS

I.	Normas complementarias de simbología oleohidráulica	39
II.	Simbología de bombas oleohidráulicas.....	40
III.	Identificación de orificios de las válvulas.....	42
IV.	Simbología de válvulas direccionales.....	43
V.	Simbología de válvulas de bloqueo de flujo y presión.....	45
VI.	Simbología de pilotaje de válvulas	46
VII.	Componentes de sistema de montacargas	51
VIII.	Lista de componentes camión Caterpillar AD30	63
IX.	Código de colores de líneas de aceite	65
X.	Simbología electrohidráulica	87
XI.	Componentes de patas estabilizadoras de una máquina de perforación	89
XII.	Componentes de estabilizadores	95
XIII.	Componentes oleohidráulicos de giro de la boquilla de una máquina rociadora de concreto.....	98

XIV.	Componentes electrohidráulicos de giro de la boquilla de una máquina rociadora de concreto	101
XV.	Barra de símbolos.....	111
XVI.	Color de los conductos eléctricos e hidráulicos	116
XVII.	Significado de los grosores de conductos.....	116

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
cm²	Centímetros elevados al cuadrado
cm³	Centímetros cúbicos
kg	Kilogramo (s)
KN	Kilo newton
L	Litro (s)
m	Metro (s)
m²	Metro cuadrado
min	Minutos
mm	Milímetro
N	Newton
psi	Libras por pulgada cuadrada
r²	Radio elevado al cuadrado
V	Voltio (s)
π	Pi

GLOSARIO

Didacta FluidSim	Software que se utiliza para simulación y diseño de circuito y diagramas oleohidráulicos, hidráulicos, electromecánicos.
Carrete	Parte central de la válvula con orificios los cuales dirigen el flujo.
<i>Cleaner option</i>	Opción de limpieza.
Crestas	Deformaciones lineales debidas a la compresión.
Émbolo	Pieza de una bomba o del cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido o bien recibiendo el impulso de él.
<i>Front/Right</i>	Delantero derecho.
<i>Jack</i>	Cilindro.
<i>Joysticks</i>	Palanca de mando.
Juntas	Uniones.
Nafténicos	Aceite obtenido a partir de la refinación de petróleo crudo.

<i>Option safety jumbo on jacks</i>	Opción de seguridad de los cilindros.
Orbitrol	Válvula de giro de timón.
Out	Salida.
Parafínicos	Son aceites refinados mediante un proceso de hidrofisuración y desparafinado catalítico.
Pilotaje	Elemento con que se acciona el carrete de una válvula.
Rotor	Pieza de una turbina que gira dentro de un elemento fijo.
Selenoide	Bobina formada por un alambre enrollado en espiral sobre una armazón cilíndrica.
<i>To Boom control valve</i>	Hacia puerto de válvula de control del brazo
Válvula Check	Permite al fluido ir en una dirección, pero cierra automáticamente para prevenir flujo en la dirección opuesta.
Válvula LoadSense	Válvula sensible al flujo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se puede sintetizar en un curso técnico de oleohidráulica enfocado a estudiantes de ingeniería mecánica, en el cual se toman los principios de la hidráulica que se describe como estudio de presión y flujo de un líquido, con el fin de controlar fuerzas y movimientos y darle aplicaciones útiles para la industria.

Para explicar cómo se puede utilizar la oleohidráulica es necesario conocer la ley de Pascall la cual establece que la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

Los sistemas oleohidráulicos se necesitan de unidad de fuerza externa (motor eléctrico o de combustible), mangueras o tuberías conductoras de aceite, depósitos de aceite, sistemas de filtraje de aceite, válvulas hidráulicas las cuales direccionan el aceite hacia los puntos donde se necesita la fuerza, ya sea hacia cilindros para movimiento, actuadores de rotación o equipo de martilleo.

Hay que tener en cuenta que la bomba hidráulica no entrega presión para generar fuerza, esta únicamente genera caudal, la presión será dada por los orificios que reducen el caudal las cuales están dentro de las válvulas, conectores y mangueras, ya que reduce el diámetro del flujo aumentando la presión.

El aceite hidráulico es el que se transportará por todos lados del sistema hidráulico, es por esta razón que se debe tomar en cuenta su limpieza y sistemas de enfriamiento la viscosidad y limpieza de los flujos prevendrá de daños en partes del sistema hidráulico.

Así mismo, en la parte práctica se muestra la interpretación de diagramas hidráulicos que permitirá la solución de problemas complejos que se dan en la maquinaria, por lo cual es necesario conocer la simbología, así como tener conocimientos básicos de electricidad para solventar fallas que pueden dar la maquinaria.

Como parte de las actualizaciones para aprender más acerca de oleohidráulica se pueden utilizar programas como FESTO didáctico, en el cual es posible realizar diagramas y dar simulaciones en tiempo real para saber cómo funcionará un dispositivo por medio de la computación.

OBJETIVOS

General

Entregar a los estudiantes un material de apoyo donde puedan adquirir los conocimientos suficientes para aprender los diferentes componentes que se involucran en una máquina en la parte hidráulica, así como interpretar diagramas hidráulicos y electrohidráulicos.

Específicos

1. Definir los conceptos básicos de dispositivos en un sistema hidráulico.
2. Conocer los diferentes tipos de bombas que se pueden utilizar.
3. Interpretar y realizar esquemáticos hidráulicos y electrohidráulicos.
4. Conocer los tipos de aceite que se puede utilizar en un sistema hidráulico para maquinaria pesada.
5. Conocer las fuerzas y presiones que se manejan en un sistema hidráulico.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el curso Hidráulica de fluidos, que el estudiante de Ingeniería Mecánica recibe en la Universidad de San Carlos de Guatemala, está dirigido para la carrera de Ingeniería Civil, en donde los principios tienen el fin de canalizar fluidos para uso de agua potable y residuos.

A los estudiantes de Ingeniería Mecánica no se les proporcionan los conocimientos necesarios en donde se pueda aplicar la oleohidráulica, en cambio se aprenden de manera práctica cuando ya están en el campo, en donde se pueden encontrar aplicaciones en máquinas desde movimientos de grandes volúmenes de tierra, perforadoras, grúas, maquinaria para la agricultura, para la realización de carreteras y en fábricas procesadoras.

Por lo anterior, se propone realizar un trabajo de tesis que contenga los conocimientos básicos de oleohidráulica aplicables específicamente al área de Ingeniería Mecánica. Así uno de los temas que se abarca es el de fluidos, aprovechando el principio de incomprensión de los líquidos los cuales fluyen por medio de bombas hacia el actuador hacia donde se quiere aplicar fuerza.

Se aplica el principio de Pascal que marca la presión puesta a un líquido confinado que se transmite en todas direcciones, y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, creando sistemas mecanizados a gran escala, haciendo ilimitado los usos de estas fuerzas, para realizar tareas donde se requiere y se necesita ser eficientes.

En tal sentido, la presente tesis servirá de ayuda al estudiante de Ingeniería Mecánica, ya que es aplicable al campo en donde el encargado de mantenimiento, teniendo en cuenta la complejidad de su labor, se debe preparar con conocimientos técnicos para reparaciones. De igual forma se ha de saber interpretar esquemáticos hidráulicos y electrohidráulicos, ya que estos son el apoyo cuando se trabaja una máquina.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Concepto de hidráulica

Es el estudio de presión y flujo del líquido, con el fin de controlar fuerzas y movimientos mediante transmisión por medio de aceites para aplicar un ilimitado número de aplicaciones.

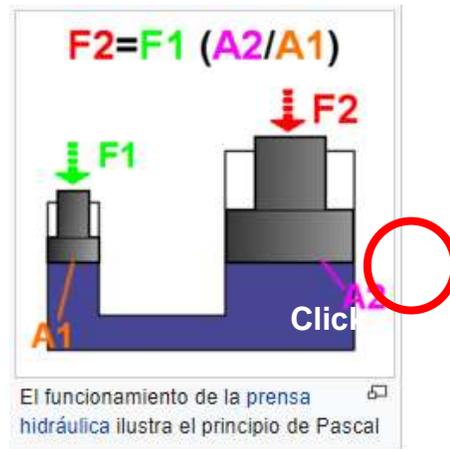
Los sistemas hidráulicos están presentes en una gran cantidad de aplicaciones en la industria ya que por su tamaño, fácil control, rapidez y bajos costos son preferidos en los medios de producción proporcionando mejor calidad y más potencia.

Transmisión de presión

La forma más sencilla de explicar cómo se puede aprovechar la hidráulica es por medio de la ley de Pascal, la cual explica textualmente que la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

Se va a tomar una prensa hidráulica para explicar de una mejor manera el principio de Pascal.

Figura 1. Prensa hidráulica



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pascal. Consulta: noviembre 2018.

$$P1 = P2$$

Con lo que las fuerzas serán:

$$F1 = P1A1 \quad F2 = P2A2 = P1 A1$$

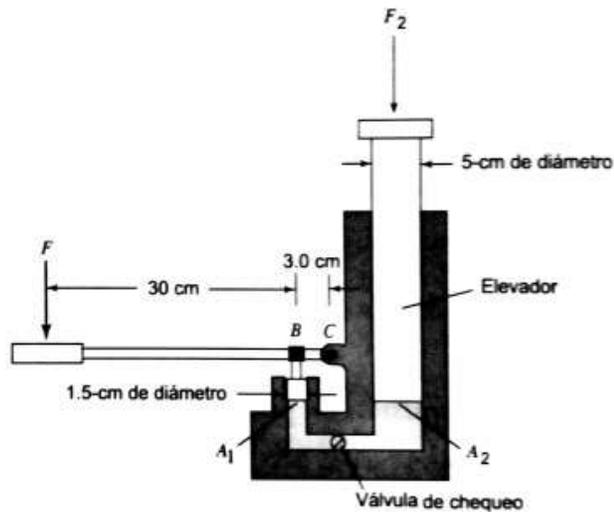
Teniendo $A1 < A2$ por tanto la fuerza aplicada en el área 1 es menor a la aplicada en el área 2 y haciendo 1 la división entre presiones, debido a que es igual en todos lados, esto que da la siguiente ecuación:

$$F1 = F2 (A1/A2)$$

Ejemplo:

Un gato hidráulico tiene las dimensiones mostradas; si se ejerce una fuerza F de 100 N sobre la manivela del gato, ¿qué fuerza $F2$ puede elevar el gato?

Figura 2. **Gato hidráulico**



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pascalmeccanica. Consulta: octubre 2018.

La fuerza ejercida sobre el embolo A1 se obtiene de tomar momentos respecto de C.

$$(0,3 \text{ m}) \times (100 \text{ N}) - (0,03 \text{ m}) \times F_1 = 0$$

$$F_1 = \frac{0,3\text{m} \times 100}{0,03\text{m}} = 1\,000 \text{ N}$$

Debido a que el embolo pequeño se encuentra en equilibrio esta fuerza es igual a la fuerza de presión sobre el embolo, o sea:

$$P_1 A_1 = 1\,000 \text{ N}$$

Por lo tanto

$$P_1 = \frac{1\,000 \text{ N}}{A_1} = \frac{1\,000 \text{ N}}{\pi r^2} = 5,65 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Ahora se conocerán la presión del líquido, por lo tanto, se puede despejar F_2 , debido a que $P_1 = P_2$

$$F_2 = P_1 A_2$$

A_2 área del embolo grande

$$F_2 = 5,65 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times \pi(0,05)^2 = 44,44 \text{ KN}$$

Este mismo principio se puede utilizar para muchas otras aplicaciones donde desde se aplican fuerzas ejercidas por motores pequeños eléctricos o bien motores de combustión interna hacia bombas oleohidráulicas, las cuales mueven fluidos hacia los puntos de trabajo en cargadores frontales, los cuales sirven para mover grandes cantidades de tierra, elevadores hidráulicos, camiones de volteo.

En fin, todo lo concerniente con maquinaria pesada u otras aplicaciones como la aviación, ya que tiene la fuerza y el poder para controlar desde dispositivos como válvulas de palanca o instrumentos más sofisticados como lo son Joysticks (mando de control con varias funciones en una sola palanca), para transmitir los miles de caballos de fuerza liberados.

1.2. Concepto de oleohidráulica

La oleohidráulica estudia el control de fuerzas y movimientos de aceites hidráulicos, dando paso a la aplicación de leyes de equilibrio y movimiento de un fluido, esto se debe a que el aceite es un líquido y como tal una de sus propiedades es su resistencia a ser comprimido, lo cual permite transferir y

aumentar fuerzas a través de sistemas de tuberías, mangueras conectores y distribuidores hacia los componentes del sistema oleohidráulico.

Para los fluidos en reposo o equilibrio, solo existen fuerzas normales, estas se denominan fuerzas de presión, aprovechando el principio de Pascal que indica que la presión aplicada a un líquido confinado se transmite en todas direcciones, y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, se crean sistemas mecanizados a gran escala haciendo ilimitado el uso de estas fuerzas, para realizar tareas donde se requiere de mucha fuerza y se necesita ser eficientes.

Componentes que forman un sistema oleohidráulico

- Unidad generadora
- Depósito de aceite
- Manómetros
- Enfriadores de aceite
- Bombas hidráulicas
- Unidades de control (válvulas)
- Accionadores
- Dispositivos finales

1.2.1. Unidad generadora o motor

Este es el que a través de la energía eléctrica, térmica o muscular transmite la fuerza necesaria para mover una bomba oleohidráulica, la cual está acoplada entre sí por medios mecánicos capaces de soportar fuerzas de golpe cuando se arranca con velocidad cero, y así mover flujos a todas partes conectadas, en cortos lapsos.

Los motores pueden ser:

- Motores eléctricos mayormente alimentados a 220 o 440 voltios
- Motores de combustión interna comúnmente de diésel o gasolina

1.2.2. Depósito de aceite

La función del depósito hidráulico es almacenar el líquido necesario para que el sistema funcione, este debe ser lo suficiente sin tomar en cuenta, la cantidad de aceite que se encuentra en el sistema cuando la máquina esté en reposo.

Otra parte muy importante es la de separar sustancias sólidas que hayan ingresado al sistema y servir como disipador de gases por medio de respiradero.

El depósito de aceite cuenta de las siguientes partes:

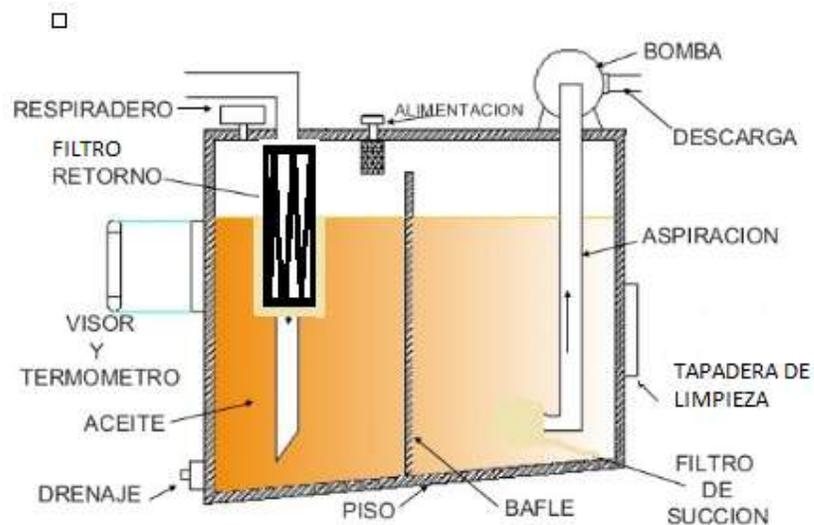
- Tanque de metal, el cual debe tener un separador interno donde cuenta con cámara para recibir el aceite y otra para la succión.
- Orificio de llenado con su respectivo pre-filtro o trasmalla y tapón.
- Tubería de retorno a tanque con filtro de alta presión.
- Filtro de alta presión.
- Indicador de nivel de aceite.
- Indicador de temperatura de aceite.
- Dependiendo la posición de la bomba hidráulica, la descarga va a ser por gravedad teniendo un orificio en la parte de abajo con su respectivo conector o una tubería la cual serviría de succión para alimentación de la bomba hidráulica.

- Conector de drenaje para vaciar el tanque.
- Respiradero.

Para tomar en cuenta el diseño de tanque hidráulico se hace una suma de todos los componentes que contiene el sistema haciendo los cálculos estimados de cuánto aceite hay cuando la máquina está en reposo.

Se puede tomar un depósito que le quepa la mitad del flujo y llenarlo con una tercera parte del cálculo total, esto debido a que algunas máquinas cuando retrae el cilindro hidráulico, el volumen de aceite tiene que regresar el tanque y si este se encuentra muy lleno, ocurren los derrames por sobrecarga.

Figura 3. **Tanque de aceite**



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/111585466/Tanque-hidraulico>. Consulta: octubre 2018.

1.2.3. Manómetros

Instrumentos para medir la presión de los fluidos, utilizados para control de presiones y control de los parámetros de trabajo.

1.2.4. Enfriadores de aceite

Tienen la finalidad de mantener la temperatura dentro de determinados límites, ya que la temperatura elevada provoca una disminución de viscosidad.

Los sistemas de enfriamiento existentes son tres:

- Refrigeración por aire: en donde se enfría el aceite por medio de ventilación la cual hace circular aire a través de tuberías las cuales cuentan con aletas de refrigeración al igual que un radiador.
- Refrigeración por agua: se encarga de enfriar el aceite por medio de agua la cual circula alrededor de tuberías en donde pasa el aceite, es muy buena para bajar la temperatura pero de igual forma es muy susceptible a la contaminación del aceite si no se toma en cuenta el mantenimiento de los enfriadores.
- Otros métodos: mediante una sustancia fría, antiguamente el hielo y hoy en día la criogenia, con nitrógeno líquido o mezcla de sustancias, como sal común y hielo; mediante un par termoeléctrico que genera una diferencia de temperatura.

1.2.5. Filtro de aceite hidráulico

La unidad filtrante es la encargada de captar partículas sólidas que se encuentran en el aceite para evitar desgastes en piezas las cual puede causar daños graves a la maquinaria.

Los filtros pueden ser:

- De succión
- Alta presión
- De retorno a tanque
- Fuera de línea

Entre los tipos de desgaste que se encuentran están:

- Desgaste erosivo: en donde partículas finas a altas velocidades de flujo provocan desgaste de las superficies donde tiene contacto.
- Desgaste adhesivo: una mala lubricación provoca que las superficies de metal con metal se desgasten y provoquen desprendimientos.
- Desgaste corrosivo: debido a la contaminación del aceite con agua, la cual provoca la degradación de los fluidos y, por ende, la superficie de los componentes.
- Desgaste abrasivo: en donde partículas duras entran en contacto con dos superficies en movimiento.

- Desgaste por cavitación: el flujo de entrada es restringido a la bomba causando vacíos de fluido que implosionan, causando choques y ocasionando pequeñas roturas en la superficie del material.

Se tiene estimado que más del 75 % de las fallas en un sistema oleohidráulico se debe a la contaminación, la cual produce:

- Pérdida de producción por tiempo y paro de máquina
- Costos por reparación de componentes
- Costos por cambio de fluidos
- Aumento de costos de mantenimiento

1.3. Concepto de bombas oleohidráulicas

Por su contenido extenso se decidió realizar este apartado para este componente, que por definición se encarga de transformar la energía mecánica en una energía hidráulica.

Es la encargada de extraer el fluido e impulsarlo hacia los diferentes puntos del sistema oleohidráulico, las bombas no generan presión, sino caudal. La presión es creada por los componentes que estrangulan el paso del fluido.

El cálculo de la bomba que se necesita en el sistema que se va a utilizar va a depender de la fuerza que se necesite para elevar un peso y bien del caudal que se necesite para llenar todos los elementos hidráulicos cilindros, motores y mangueras, como se explicará en el siguiente ejemplo.

Por su contenido extenso se decidió realizar este apartado para este componente, que por definición se encargada de transformar la energía mecánica en una energía hidráulica.

Es la encargada de extraer el fluido e impulsarlo hacia los diferentes puntos del sistema oleohidráulico, las bombas no generan presión, sino caudal. La presión es creada por los componentes que estrangulan el paso del fluido.

El cálculo de la bomba que se necesita en el sistema que se va a utilizar va a depender de la fuerza que se necesite para elevar un peso y bien del caudal que se necesite para llenar todos los elementos hidráulicos cilindros, motores y mangueras, como se explicara en el siguiente ejemplo.

1.3.1. Ejemplo cálculo de bomba

Se quiere diseñar un circuito para el accionamiento de un cilindro vertical de un elevador:

- Accionada por motor eléctrico que trabaja a 1 600 rpm.
- Levantar un peso no mayor de 10 000kg 10 toneladas, en un tiempo estimado de 6 segundos para llegar a su punto superior.
- Esta debe mantener el peso en la parte superior por un tiempo indefinido no máximo de 30 minutos.
- La elevación de la carga es de 4 m.
- Se va a utilizar unos cilindros hidráulicos de 4 000 mm de carrera, con diámetro interior de 160 mm.

La presión necesaria para mover una fuerza de 10 000 kg

$$P = \text{fuerza} / \text{superficie} = 10\,000 / \pi r^2 = 10\,000 / \pi * 8^2 = 49,75 \text{ kg/cm}^2$$

Presión máxima del sistema 49,75 kg/cm² más pérdida de carga de 1,5, se puede usar una bomba de 60 kg/cm².

El cálculo de caudal de la bomba se realiza de la siguiente manera:

Como el área del cilindro en la parte donde no se encuentra el vástago con un radio de 8 cm es de 201,05 cm², eso quiere decir que cada centímetro que avance requerirá 201,05 cm³ de fluido, así para desplazarse 4 000 mm se necesitan 201,05 * 400 = 80 420 cm³ = 80,42 L. de aceite si se toma un 10 % para el llenado de mangueras del sistema 88,46 L.

Como este desplazamiento se debe realizar en un tiempo máximo de 6 segundos la bomba debería suministrar un caudal de 89L. en 6 segundos o de 890 L/min. El caudal que se necesita en la bomba es de 890 L/min.

Sea cual sea el tipo de bomba por utilizar, esta será accionada por un motor eléctrico a 16 000 rpm, por lo que la cilindrada de la bomba será:

$$\text{Caudal max.} / \text{velocidad} = 890 / 1\,600 = 0,55 \text{ l/rev} = 550 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Esta es la cilindrada teórica, pero muchas veces la bomba tiene un rendimiento de 90 % por lo que la cilindrada necesaria para suministrar el caudal requerido es de:

$$550 / 0,9 = 611,11 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Si no existiera una bomba con esta cilindrada se deberá instalar una mayor y añadir un limitador de caudal.

1.3.2. Clases de bombas oleohidráulicas

Las bombas oleohidráulicas tienen como funcionalidad producir una corriente de líquido para proveer el flujo suficiente para el accionamiento de los componentes oleohidráulicos.

Las bombas oleohidráulicas pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con el criterio de tiempo en que se ejerce la fuerza y volumen de expulsión:

- Bomba de flujo constante
- Bomba de flujo variable
- Bomba de flujo regulable

También se clasifican las bombas de acuerdo con su construcción

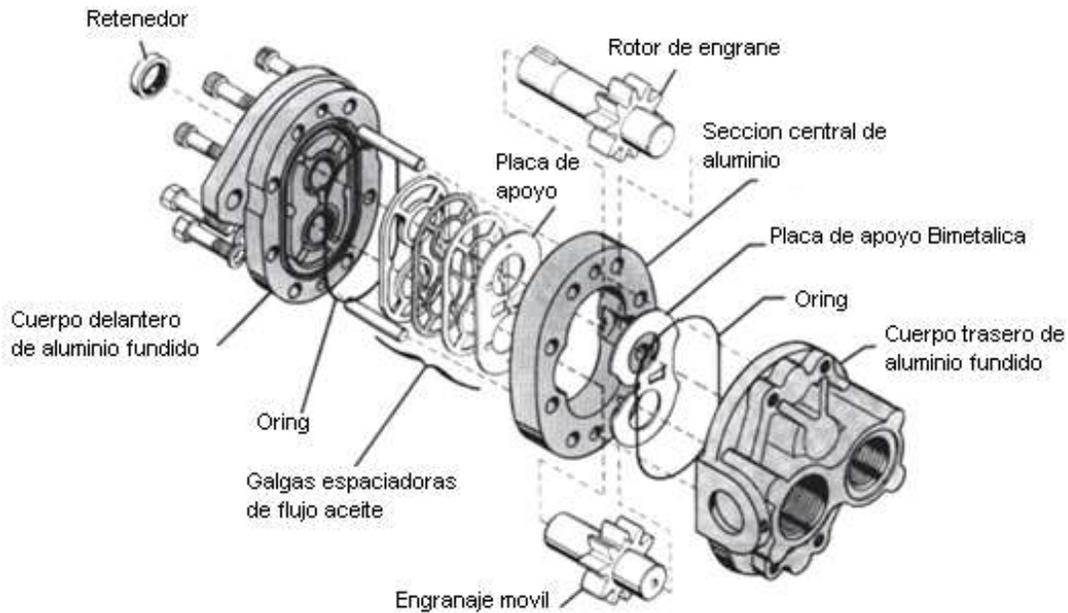
- Bomba de engranajes
- Bomba de paletas
- Bombas de pistones

Las bombas de flujo constante o desplazamiento positivo entregan caudal continuo de líquido independientemente de la presión del sistema, la cantidad de fluido dependerá de la velocidad de giro de la bomba.

1.3.2.1. Bombas de engranajes

Estas bombas son de flujo constante, ya que no ofrecen la posibilidad de regular el volumen de expulsión. Estas bombas son de gran eficiencia y diseño simple, es eficiente a alta presión de operación.

Figura 4. **Bomba de engranaje**

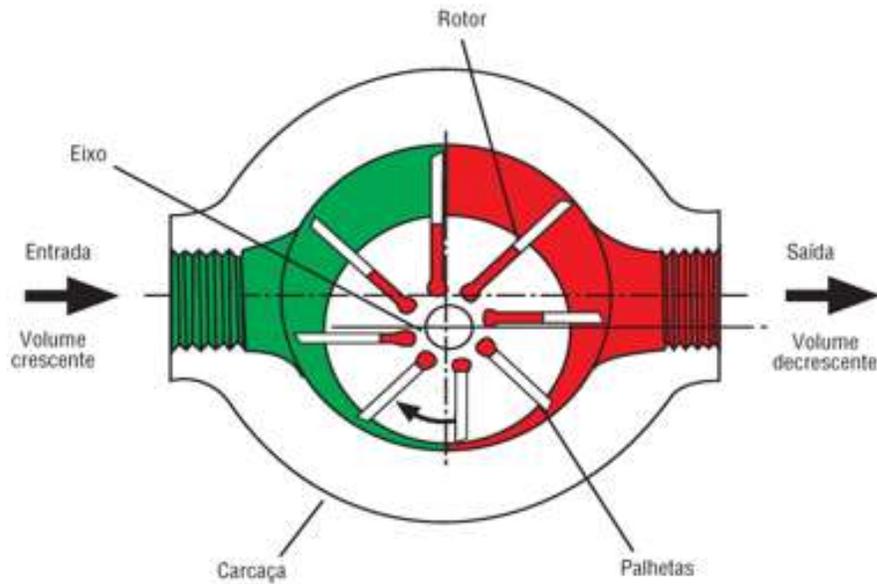


Fuente: <https://www.hydraulicspneumatics.com/blog/principios-ingenieriles-b-sicos-bombas-hidr-licas>. Consulta: septiembre 2018.

1.3.2.2. **Bombas de paletas**

Las bombas de paletas constan de un rotor ranurado que gira dentro de una cámara que sirve de pista para las paletas que van dentro de las ranuras del rotor entrando y saliendo.

Figura 5. **Bomba de paleta**

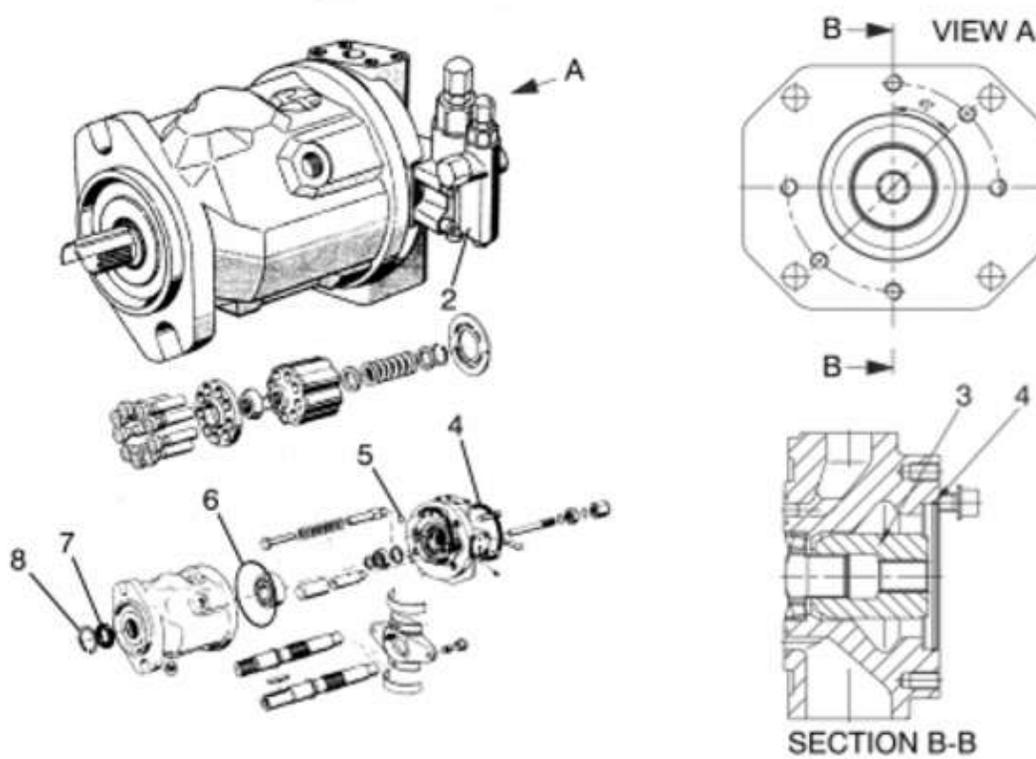


Fuente: <http://anthonyleonardoh.blogspot.com/2015/09/motor.html>. Consulta: septiembre 2018.

1.3.2.3. **Bombas de pistones**

Es una bomba hidráulica que genera movimiento en el mismo, es del tipo de flujo variable las cuales aumentan la presión conforme la máquina accione alguna válvula donde exige presión por medio de una válvula LoadSense sensible a la carga. Estas bombas son del tipo volumétrica, cada movimiento del pistón desaloja un mismo volumen de fluido que equivale al volumen ocupado por el pistón durante su carrera.

Figura 6. **Bomba de pistón**



Fuente: <http://anthonyleonardoh.blogspot.com/2015/09/motor.html>. Consulta: septiembre 2018.

1.3.2.4. **Bombas de flujo constante**

Es el tipo de bomba donde el volumen de aceite administrado al sistema siempre será la misma cantidad por unidad de tiempo. El volumen de aceite entregado depende de la velocidad de giro de la bomba que será dado por motor externo, esto quiere decir que si se acelera más el motor conectado a la bomba hidráulica esta generará más flujo.

1.3.2.5. Bombas de flujo variable

Es el tipo de bomba donde el volumen de aceite administrado al sistema variará dependiendo de cuando la máquina necesite más flujo por medio de válvulas de paso de aceite que se activarán dependiendo de las funciones que se necesiten. Estas bombas están conectadas generalmente a un motor eléctrico el cual no variará su velocidad en RPM durante el tiempo que esté conectada la bomba, ya que este trabaja con una alimentación directa y por su disposición no varía de velocidad.

1.4. Concepto de válvulas oleohidráulicas

Es un mecanismo para controlar el flujo de fluidos hidráulicos dentro del sistema. Puede desempeñar distintas funciones, en cada caso recibe un nombre diferente.

Una posible clasificación sería:

- Válvulas distribuidoras: su función es dirigir el flujo por el circuito según convenga. Alimentan a los actuadores y a otras válvulas.
- Válvulas de cierre: impiden el paso de fluido en un sentido, permitiendo la libre circulación en el sentido contrario.
- Válvulas de flujo: permiten modificar la velocidad de un actuador.
- Válvulas de presión: limitan la presión de trabajo en el circuito, actuando como elemento de seguridad. A su vez, se pueden clasificar en:

- Válvulas limitadoras: cuando se supera un determinado valor de presión descargan el circuito.
- Válvulas reductoras: limitan o reducen la presión. En ocasiones un determinado componente del circuito necesita, para su correcto funcionamiento, una presión inferior a la del fluido, en esta situación se utilizaría una válvula reductora.
- Válvulas secuenciadoras: en ocasiones dentro de un circuito interesa que en dos cilindros que se alimentan simultáneamente, uno actúe antes que el otro; en esta situación con el uso de una válvula secuenciadora se conseguiría producir un desfase entre los cilindros.
- Válvulas de frenado: son utilizadas para el retorno de los motores hidráulicos, ya que evitan excesos de velocidad cuando el motor recibe una sobrecarga; así mismo, evitan que se produzcan sobrepresiones cuando se desacelera o se detiene la carga.

1.4.1. Válvulas direccionales

Las válvulas de control direccional llamadas válvulas de vías o válvulas direccionales son las que controlan los actuadores dirigiendo su funcionamiento en una dirección o bien en otra, permitiendo o bloqueando el paso de aceite, tanto con presión o sin ella, al tanque.

El número de vías indica el número de conexiones que tiene la válvula. El número de posiciones es el de maniobras distintas que puede realizar una válvula. Estas posiciones están representadas en los esquemas hidráulicos por cuadrados que en su interior indican las uniones que realiza internamente la

válvula con las diferentes vías y la dirección de circulación del líquido o aire, o en el caso de una línea que sale de una vía y no tiene unión con otra, sería en el caso de estar bloqueada en esa posición.

Los tipos de válvulas de control direccional que se pueden encontrar son los siguientes:

- Válvula direccional 2/2: en este caso la válvula en una posición une las dos vías y en la otra posición las separa.
- Válvula direccional 3/2: tiene dos posiciones y tres vías donde una de ellas va al actuador, normalmente un cilindro de simple efecto o actuador que tiene un retorno mecánico, casi siempre por muelle y las otras dos vías van al tanque y a la presión haciendo que en una posición el aceite o aire, dependiendo si el circuito es hidráulico o neumático, vaya al actuador de presión y en la otra posición retorne del actuador al tanque.
- Válvula direccional 4/2: tiene dos posiciones como en el caso anterior de la válvula 3/2, pero en este caso tiene dos vías al actuador, permitiendo que en una posición provoque el funcionamiento del actuador en sentido contrario, ya siendo un cilindro de doble efecto haciendo que en una posición salga el pistón y en la otra entre el pistón del cilindro. En el caso que el actuador sea un motor hidráulico girará en un sentido al estar en una posición y en el sentido contrario al cambiar la válvula de posición.
- Válvula direccional 4/3: estas válvulas siguen teniendo 4 vías, que son presión (P), tanque (T), A y B que son las vías que van al actuador, ya sea cilindro o bomba hidráulica. La variación está en que tiene tres posiciones siendo iguales los circuitos internos de las posiciones

laterales que las encontradas en las válvulas 4/2, pero se tiene la posición central cuyo circuito puede ser de varias formas diferentes:

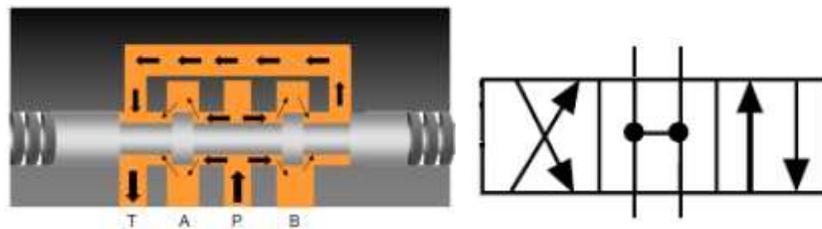
- Válvula direccional 4/3 con centro abierto: el centro abierto significa que las cuatro vías están unidas internamente.
- Válvula direccional 4/3 con centro cerrado: el centro cerrado significa que las cuatro vías están bloqueadas internamente impidiendo la circulación del aceite o aire en alguna de las direcciones.
- Válvula direccional 4/3 de centro en tándem: el centro en tándem significa que tiene las dos vías que van al actuador bloqueadas y las dos vías que van a la presión y al tanque conectadas permitiendo que se quede el actuador bloqueado y la presión enviarla al tanque o a otra válvula mientras está ese actuador inmovilizado.
- Válvula direccional 4/3 de centro abierto negativo: en este caso el centro tiene la presión bloqueada y el actuador retorno por las dos vías la presión al tanque. No se puede encontrar con más tipos de circuitos en la válvula 4/3 que, dependiendo de la necesidad del circuito pueden ser:
 - A y T abiertos con P y B cerrados
 - P, A y B abiertos entre si y T cerrado
 - A y P abiertos y B y T cerrados
 - B, P y T abiertos y A cerrado

A continuación se mostrará cómo trabaja la válvula de tres posiciones centro abierto con dibujos para entender mejor su funcionamiento:

Posición central:

La presión entra por el punto P de la válvula y está acorde con los orificios, circula para dirigirse el fluido al tanque, única salida libre.

Figura 7. **Válvula posición central**

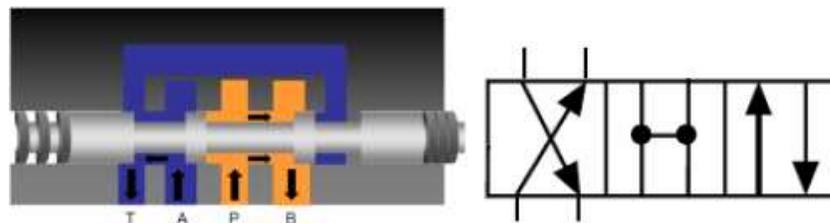


Fuente: <https://coparoman.blogspot.com/2018/09/la-posicion-central-de-la-valsula.html>.

Consulta: octubre 2018.

Se mueve el carrete (eje central de la válvula) hacia la derecha, el aceite entra por P, se dirige al puerto que está abierto B. El aceite que viene de A se dirige hacia el puerto T, el cual se dirige el fluido hacia el tanque, para dejar libre el paso de trabajo de la salida B.

Figura 8. **Válvula posición central, hacia la derecha**

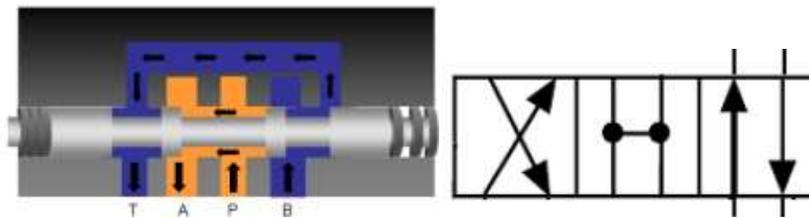


Fuente: <https://coparoman.blogspot.com/2018/09/la-posicion-central-de-la-valsula.html>.

Consulta: octubre 2018.

Ahora se mueve el carrete eje central de la válvula se mueve hacia la izquierda, el aceite entra por P se dirige hacia el puerto abierto A. El aceite que viene de B se dirige hacia el puerto T el cual dirige el aceite hacia el tanque, para dejar libre el paso de la salida A.

Figura 9. **Válvula posición central, hacia la izquierda**



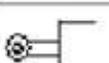
Fuente: <https://coparoman.blogspot.com/2018/09/la-posicion-central-de-la-valor.html>.

Consulta: octubre 2018.

1.4.2. Tipos de accionamiento de válvulas

Estos son los encargados de mover las válvulas de una posición a otra, haciendo que cambie de estado, entre los accionamientos más comunes están:

Figura 10. **Simbología de tipos comunes de accionamientos**

	ACCIONAMIENTO MECANICO PULSADOR
	ACCIONAMIENTO MECANICO PALANCA
	ACCIONAMIENTO MECÁNICO PEDAL
	ACCIONAMIENTO MECÁNICO RODILLO
	PILOTAJE HIDRÁULICO
	SELONOIDE
	PILOTAJE NEUMATICO

Fuente: http://www.portaleso.com/web_simbologia_neuma/simbolos_neumatica_indice.html.

Consulta: octubre 2019.

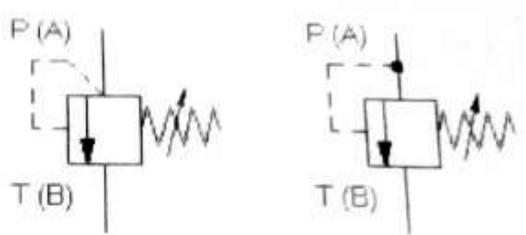
1.4.3. **Válvula limitadora de presión**

Es una válvula que trabaja para regular el exceso de presión en el sistema el cual lo retorna directamente al tanque. Esta válvula también es conocida como válvula de seguridad, ya que regula la presión máxima en el sistema hidráulico.

Acorde con normativa ISO 1219 las válvulas que durante su funcionamiento puede ocupar, entre las dos posiciones finales, posiciones intermedias conforme el valor de ajuste de presión, se califican como válvulas sin posición, de conmutación o fijas.

La flecha diagonal representa que se puede regular por medio de giro; la línea punteada indica que a la hora de haber una presión que sobrepasa la pautada, esta empujará el embolo hasta abrir el paso y retornar el aceite al tanque salida B.

Figura 11. **Simbología válvula limitadora de presión**



Fuente: http://www.portaleso.com/web_simbologia_neuma/simbolos_neumatica_indice.html.

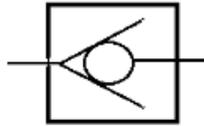
Consulta: octubre 2019.

1.4.4. **Válvula de retención**

Es una válvula que impide el paso del fluido en un sentido, también se le conoce como válvula unidireccional o válvula *check*.

La flecha indica el sentido hacia donde tapa la corriente, esta trabaja físicamente con un resorte el cual empuja un balón que hace la función de tapan el orificio donde fluye el aceite en un sentido. Cuando la presión aplicada sobre el carrete vence la fuerza del resorte, permite el paso del fluido, en el sentido contrario el carrete asienta y no permite el paso.

Figura 12. **Simbología válvula de retención**



Fuente: http://www.portaleso.com/web_simbologia_neuma/simbolos_neumatica_indice.html.

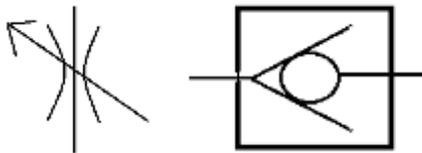
Consulta: octubre 2019.

1.4.5. **Válvula reguladora de caudal**

Esta válvula tiene como función reducir la cantidad de flujo proveniente de la bomba que pasa por una línea del circuito, crea una restricción que obliga a parte del fluido buscar otro camino de menor resistencia. La válvula también es conocida como válvula controladora de caudal o válvula de aguja.

Para crear esta restricción se utiliza un orificio variable que es una abertura reducida de tamaño ajustable.

Figura 13. **Simbología válvula reguladora de caudal**



Fuente: http://www.portaleso.com/web_simbologia_neuma/simbolos_neumatica_indice.html.

Consulta: octubre 2019.

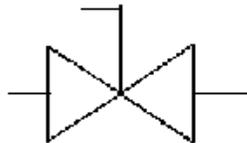
1.4.6. Válvula controladora de caudal

Estas son válvulas de bola y volante pueden ser utilizadas para controlar el caudal. Controlan la dirección o volumen de fluido siempre sin poner en sobrepresión o peligro otras líneas del circuito hidráulico.

Su función principal puede ser:

- Limitar la presión máxima del sistema
- Mantener una presión reducida en ciertas partes del circuito
- Controlar operaciones en secuencia
- Contrabalancear fuerzas mecánicas externas

Figura 14. **Simbología válvula controladora de caudal**



Fuente: http://www.portaleso.com/web_simbologia_neuma/simbolos_neumatica_indice.html.

Consulta: octubre 2019.

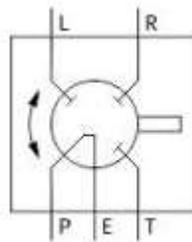
1.4.7. Válvula de dirección (orbitrol)

La válvula de cierre se emplea para direcciones hidrostáticas. Si el volante se acciona la unidad de dirección mide y asigna una cantidad de aceite hacia la salida derecha o izquierda, dicha cantidad es proporcional al giro del volante timón de operador. El caudal sobrante se desvía a través de E.

Características:

- Accionamiento manual volante
- Conforme gira el volante, va a ir entregando aceite hacia las salidas
- Suave al manejo del operador
- Operación bidireccional

Figura 15. **Simbología válvula de dirección**



Fuente: *Unidad didáctica de simbología "neumática e hidráulica".pdf*

1.5. Conductores y conexiones

Las tuberías y mangueras hidráulicas interconectan los diferentes componentes y conducen el flujo dentro del sistema hidráulico. Las líneas de conducción de flujo incluyen los adaptadores, estos son capaces de soportar no solo la presión calculada máxima sistema, sino resistir los golpes de presión del sistema.

La elección de mangueras tubos y adaptadores hidráulicos dependerá de los siguientes factores:

- Presión estática y dinámica
- Máxima caudal

- Compatibilidad con los diferentes fluidos
- Vibración

Los estilos de mangueras varían en rasgos de presión de acuerdo con sus medidas de construcción. Una manguera con diámetro interno pequeño soportará un rango de presión mayor que una manguera de idéntica construcción pero diámetro mayor.

Los tipos de manguera existentes son:

- Baja presión 200 a 300 psi
- Media presión 250 a 300 psi
- Alta presión 1 125 a 5 000 psi
- Muy alta presión 2 000 a 4 000 psi
- Ultra alta presión 3 000 a 10 000 psi

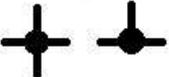
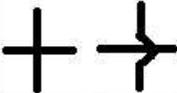
Presión de rotura: es la que presiona, en la cual ocurre la ruptura de presión de rotura mínima, se determina mediante pruebas de ruptura de un gran número de muestras de presión de prueba. Es un valor de prueba de control de calidad solamente este valor es normalmente el 50 % de la presión mínima de rotura y es aplicado, tanto en ensambles como en mangueras de rollos como prueba de certificación de calidad del fabricante.

Presión de trabajo: las mangueras hidráulicas están diseñadas para operaciones continuas a la máxima de trabajo que se especifica para cada una, es la máxima presión a la cual debe operar la manguera en golpes de presión. En casi todos los sistemas hidráulicos se producen aumentos momentáneos de presión, superiores a la presión ajustada en la válvula de

alivio; esto afecta demasiado la vida en servicio de la manguera y a los componentes del sistema.

Temperatura de operación o trabajo: las temperaturas de trabajo que se especifican se refieren a la temperatura máxima del aceite conducido, en condiciones de alta temperatura pueden causar efectos adversos a las mangueras; debido a la degradación del caucho reduciendo así la utilidad de la manguera y la retención de las conexiones.

Figura 16. **Simbología conductores y conexiones**

	LÍNEA DE PRESIÓN, RETORNO
	LÍNEA DE CONTROL (PILOTAJE)
	LÍNEA DE DESCARGA O FUGA
	CONEXION ENTRE LINEAS
	CRUCE ENTRE LINEAS

Fuente: <https://personales.unican.es/renedoc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20Neu/30%20Simbolos%20Neu%20e%20Hid.pdf>. Consulta: octubre 2018.

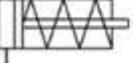
1.6. Concepto de cilindros oleohidráulicos

Son elementos transformadores de energía hidráulica a energía mecánica los cuales tienen desplazamiento lineal con la finalidad de ejercer fuerzas para realizar trabajos sobre cuerpos para levante de estos, empuje, presión, de herramientas finales existentes.

Entre los cilindros hidráulicos existentes se encuentran:

De simple efecto: cilindro donde el vástago es empujado por el aceite que entra y este retorna, ya sea por muelle (resorte interno) o bien por una fuerza externa.

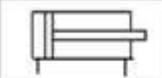
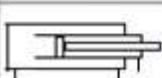
Figura 17. **Simbología cilindro de simple efecto**

	CILINDRO DE SIMPLE EFECTO RETORNO POR FUERZAS EXTERNAS
	CILINDRO DE SIMPLE EFECTO RETORNO POR MUELLE

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

De doble efecto: cilindro donde el vástago es empujado hacia ambos lados por el aceite teniendo el cilindro dos salidas de aceite.

Figura 18. **Simbología cilindro de doble efecto**

	DE DOBLE EFECTO
	DOBLE EFECTO CON AMORTIGUACIÓN
	DOBLE EFECTO DOBLE VASTAGO
	DOBLE EFECTO TELESCOPICO

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

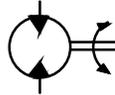
1.7. **Concepto de actuadores de rotación**

Son dispositivos que se encargan de transformar la energía hidráulica en energía rotacional, la cual sale del motor por un eje, tienen giro hacia ambos sentidos para sacar y traer mecanismos, estos algunas veces se colocan en dispositivos de avance en maquinaria de perforación.

Los motores son equipos similares a las bombas oleohidráulicas de desplazamiento positivo, con la diferencia que son diseñados para operar en ambas direcciones.

El concepto de desplazamiento en el motor es el volumen de fluido que debe ingresar para que gire una revolución.

Figura 19. **Simbología motor de rotación**



Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

El desplazamiento es una de sus características, por lo tanto, se puede calcular la velocidad según el caudal que ingresa.

$$w = \frac{Q}{\text{Desp}}$$

w : velocidad de giro del motor

El motor oleohidráulico debe vencer un torque en el eje, el cual se refleja directamente en el circuito como un aumento de presión

$$T = F \cdot r \qquad T = \frac{\Delta P \cdot w}{2 \cdot \pi}$$

El diferencial de presión se crea entre los puertos de entrada y salida del motor, los cuales se pueden medir con el uso de manómetros conectados a estos puntos.

1.8. Acumuladores oleohidráulicos

Son dispositivos de almacenamiento de energía hidráulica en forma de energía potencial que se utiliza muchas veces para realizar trabajo de estabilización de fuerzas en el caso de válvulas de pie o bien amortiguamiento

de impactos fuertes entre compartimientos, como por ejemplo en las máquinas tipo perforadora que se utilizan para romper rocas.

Existen tres tipos de acumuladores:

- Acumuladores cargados con gas: son cargados en su mayoría por gas nitrógeno porque este no genera explosión con fuego ya que es un gas inerte, a parte evita la oxidación.

Figura 20.

Simbología acumulador con gas

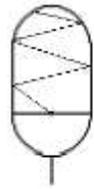


Fuente: *Unidad didáctica de simbología "neumática e hidráulica".pdf*

- Acumuladores tipo vejiga: lo separa un diafragma en su mayoría hecho de hule resistente que separa el aceite de un lado y el nitrógeno por el otro.
- Acumuladores cargados por resorte: es el tipo de acumulador la fuerza de empuje es realizada por un resorte el cual está precargado para soportar la presión de aceite, está separado por un diafragma el cual está soportado por plástico o metal.

Figura 21.

Simbología acumulador cargado por resorte



Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

2. OLEOHIDRÁULICA

2.1. Aceite hidráulico

Los aceites hidráulicos son líquidos transmisores de potencia que se utilizan para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo. Estos aceites son minerales refinados o sintéticos. Entre las características que debe cumplir un aceite hidráulico se encuentra protección contra la oxidación y corrosión, no hacer espuma, separar el agua del aceite y mantener un buen grado de viscosidad a elevadas temperaturas.

2.1.1. Aceites minerales

Proceden del petróleo y se obtiene de su destilación. Está compuesto por hidrocarburos los cuales se pueden clasificar en:

- Parafínicos: con hidrocarburos no cíclicos.
- Aromáticos: compuesto por hidrocarburos aromáticos, no es lo mismo que aceites esenciales.
- Nafténicos: compuesto por hidrocarburos cíclicos no aromáticos.

Cada uno de estos tipos tiene propiedades ligeramente diferentes se usan en productos de cosmética, medicina, lubricantes y sistemas de refrigeración.

Los fluidos con base mineral son los más utilizados en aplicaciones oleohidráulicas, esto debido a que poseen una buena relación de

viscosidad/temperatura índice de viscosidad, que tanto pierde la viscosidad a altas temperaturas, baja presión de vapor, poder refrigerante. Una compresibilidad muy baja, no se mezcla con el agua, aparte de tener buenas cualidades de protección y el precio es más bajo que un aceite tipo sintético.

2.1.2. Aceites sintéticos

Existe un amplio campo de productos de síntesis los cuales poseen características y propiedades muy diferentes.

La elección de estos tipos de fluidos deberá hacerse siempre de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la máquina, teniendo en cuenta los materiales que este utilizó para sellantes o juntas así como influencia fisiológica y ecológica ambiental, también los precios de reparaciones y garantía que cubre a la máquina.

Los fluidos hidráulicos están basados en la mayoría de los casos, en aceite mineral o en fluidos síntesis con aditivos fabricados. Estos son utilizados en trabajos que presentan altas o bajas temperaturas. Entre los cuales se clasifican por sus bases y propiedades particulares los siguientes acordes con normas ISO 6743/4 clase L, parte 4, familia H –sistemas hidráulicos.

- HS fluido sintético sin propiedades al fuego
- HFDR fluido sintético sin agua, basado en esteres fosfóricos
- HFDS fluido sintético sin agua, basado en hidrocarburos clorados

2.2. Selección de un fluido

Lo primero que se debe tener en cuenta a la hora de elegir un fluido hidráulico es la misión que realizará y sus características físicoquímicas.

2.3. Funciones de los fluidos

Entre las funciones de los fluidos se pueden mencionar las siguientes:

- Transmitir potencia: para este fin todos los fluidos serían válidos (excepto los gases por ser compresibles), siempre que su viscosidad sea la adecuada a la aplicación.

Para cumplir con esta tarea el fluido deberá fluir fácilmente por los conductos internos de los componentes. Una resistencia excesiva a su circulación produciría pérdidas de carga y, por ende, un incremento en la potencia necesaria para el funcionamiento del equipo.

- Lubricar el sistema: es la capacidad del fluido de formar una película sobre las superficies, y hacer que esta película facilite el desplazamiento de esta superficie sobre otras.

La lubricación puede ser:

- Lubricación hidrostática: es aquella en que se presuriza el fluido para separar las superficies en movimiento.
- Lubricación extrema presión: es la capacidad de un lubricante de trabajar en aquellos casos en que hay contactos con microcrestas

de la superficie. Estos contactos rozamientos generan calor, que a su vez, pueden producir microsoldaduras. La lubricación a extrema presión es la que evita estos problemas y se consigue colocando aditivos EP a los fluidos.

- Lubricación hidrodinámica: es la que se logra mantener separada la superficie por la presión generada por el movimiento de la fuerza centrífuga. Un ejemplo es el de un cojinete donde debido a la fuerza de giro de las superficies `por lubricar genera una presión que tiende a separar las superficies y a introducirse entre las mismas.
- Lubricación untuosa: es la capacidad del fluidos por mantenerse en contacto con las superficies sin necesidad de fuerzas externas, este tipo de lubricación es importante en componentes que trabajan a bajas revoluciones y sistemas que pasen parados largos periodos de tiempo.
- Refrigerar: es la capacidad de un fluido de absorber el calor generado en determinados puntos del sistema para luego ser disipado en el ambiente a través del depósito de aceite. Por lo general un aceite hidráulico debe trabajar en rangos de 80-90 grados centígrados, tener temperaturas muy elevadas, y corregir fallas en el sistema de lubricación y restricciones de aceite.
- Ser inerte a las juntas y sellantes: el fluido debe ser compatible con los elementos de estanqueidad y contacto con él, en este caso con los selles, o-rings, metales, que se encuentran para que el aceite no se fugue del sistema.

2.4. Simbología hidráulica

Internacionalmente se utiliza la norma ISO 1219 1 y ISO 1219 2, que se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas oleohidráulicos. Esta unidad solamente se centrará en la citada norma, aunque existen otras que complementan a la anterior y que también deberían conocerse. Estas son:

Tabla I. **Normas complementarias de simbología oleohidráulica**

Norma	Descripción
UNE 101-101-85	Gama de presiones.
UNE 101-149-86	Símbolos gráficos.
UNE 101-360-86	Diámetros de los cilindros y vástagos de pistón.
UNE 101-362-86	Cilindros gama básica de presiones normales.
UNE 101-363-86	Serie básica de carreras de pistón.
UNE 101-365-86	Cilindros. Medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.

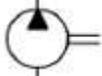
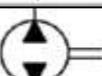
Fuente: elaboración propia.

Para conocer todos los símbolos con detalle, así como la representación de los nuevos deben consultarse las normas por completo.

2.4.1. Bombas oleohidráulicas

Los esquemas básicos de los símbolos son:

Tabla II. **Simbología de bombas oleohidráulicas**

Símbolo	Descripción
	Bomba hidráulica con flujo en un solo sentido.
	Bomba hidráulica de caudal variable.
	Bomba hidráulica de dos direcciones.
	Bomba de dos direcciones caudal variable.
	Mecanicismo de bomba y motor hidráulico.
	Motor eléctrico.
	Motor térmico.
	Fuente de presión hidráulica.

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

2.4.2. Válvulas hidráulicas

Entre estas se encuentran las válvulas de regulación y control, que se nombran y representan con arreglo a su constitución. Su representación sigue las siguientes reglas:

- Cada posición se indica por un cuadrado.
- Se indica en cada casilla cuadrado, las canalizaciones, el sentido del flujo y la situación de las conexiones vías.
- Las vías de las válvulas se dibujan en la posición de reposo.

Las posiciones se marcan de acuerdo con cuadros:

Figura 22. **Representación de las vías**



Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

Número de vías:

Las vías se identifican por la conexión que representan:

P= presión entrada

T= tanque salida al tanque

A= puerto A puerto de aplicación

B= puerto B puerto de aplicación

Las vías se representan con líneas las cuales están ubicadas en la posición de reposo, el desplazamiento a la posición de trabajo se realizará transversalmente, hasta que las canalizaciones coincidan con las vías de la nueva posición.

La norma establece que la identificación de los orificios vías de las válvulas, debe seguir la siguiente forma: puede tener una identificación numérica o alfabética.

Tabla III. **Identificación de orificios de las válvulas**

Designación de conexiones	Letras
Conexiones de trabajo	A,B,C,.....
Conexión de presión, alimentación de energía	P
Escapes, retornos	R,S,T....
Descarga	L
Conexiones de mando	X,Y,Z.....

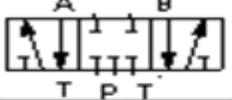
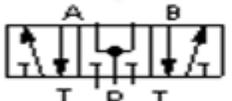
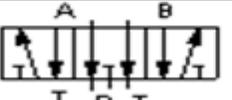
Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

Y válvulas direccionales cuya simbología se presenta a continuación:

Tabla IV. Simbología de válvulas direccionales

No.	Símbolo	Descripción
1		Válvula 2/2 normalmente cerrada
2		Válvula 2/2 normalmente abierta
3		Válvula 3/2 normalmente cerrada
4		Válvula 3/2 normalmente abierta
5		Válvula 4/2 presión-puerto a tanque puerto B
6		Válvula 4/2 presión-puerto B, tanque puerto A
7		Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada
8		Válvula 4/3 centro abierto
9		Válvula 4/3 centro cerrado
10		Válvula 4/3 centro Tandem
11		Válvula 4/3 centro abierto negativo
12		Válvula 5/2

Continuación de la tabla IV

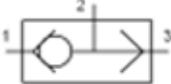
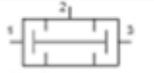
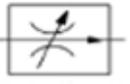
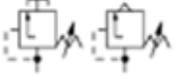
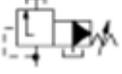
13		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada
14		Válvula 5/3 en posición normalmente abierta
15		Válvula 5/3 en posición de escape

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

2.4.3. Válvulas especiales

En este apartado se encuentra la válvula de bloqueo de flujo y presión, a continuación se presente la simbología:

Tabla V. Simbología de válvulas de bloqueo de flujo y presión

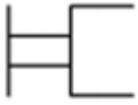
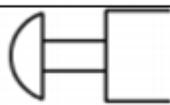
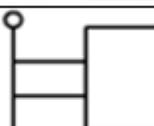
No.	Símbolo	Descripción
1		Válvula de cierre
2		Válvula de bloqueo (anti retorno)
3		Válvula O (OR), selector
4		Válvula de escape rápido, válvula anti retorno
5		Válvula Y (and)
6		Orificio calibrado. Primer símbolo fijo, segundo símbolo regulable
7		Estrangulación, Primer símbolo fijo, segundo símbolo regulable
8		Válvula estranguladora unidireccional
9		Válvula reguladora unidireccional, regulación en un sentido
10		Válvula reguladora de presión
11		Válvula limitadora de presión
12		Válvula limitadora de presión piloteada

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

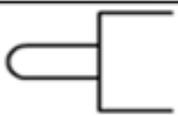
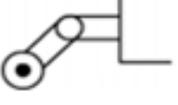
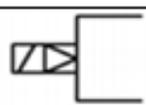
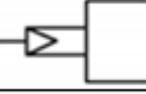
2.4.4. Pilotaje en las válvulas

También se le conocen como accionamientos. En una misma válvula pueden aparecer varios de estos símbolos, su simbología es:

Tabla VI. **Simbología de pilotaje de válvulas**

No.	Símbolo	Descripción
1		Mando manual en general, pulsador
2		Botón pulsador, seta, control manual
3		Mando por palanca, control manual
4		Mando por pedal, control manual
5		Mando por llave, control manual
6		Mando con bloqueo, control manual

Continuación de la tabla VI

7		Muelle mecánico control
8		Palpador, control mecánico general
9		Rodillo palpador, control mecánico
10		Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido, control mecánico
1		Mando electromagnético con bobina
12		Mando electromagnético con dos bobinas actuando en forma opuesta
13		Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje
14		Mando por presión, con válvula de pilotaje neumático
15		Presurizado neumático
16		Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje
17		Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje
18		Presurizado hidráulico

Fuente: http://www.portaleso.com/neumatica/ud_simbologia_neu.pdf. Consulta: septiembre 2018.

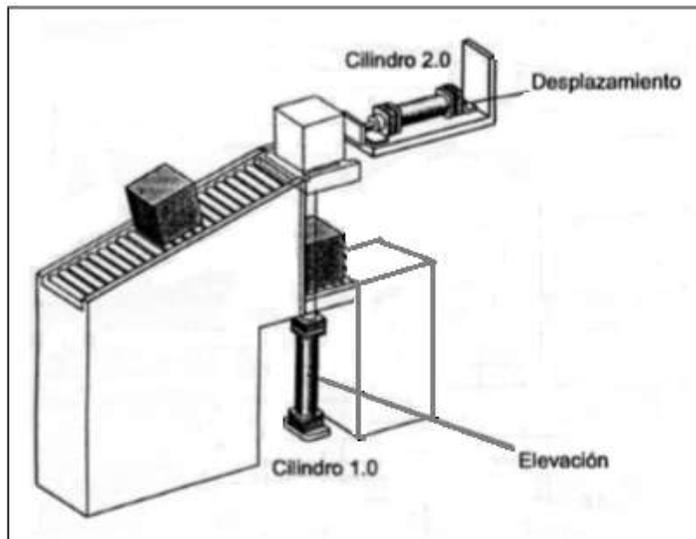
2.5. Diagramas hidráulicos

Es la representación gráfica de ciclos de trabajo. Para efectuar el desarrollo de sistemas oleohidráulicos, es necesario definir claramente el problema por solucionar. Con este fin se puede recurrir a métodos, ya sea mediante textos o gráficos. Entre los métodos para representar un sistema de mando están:

2.5.1. Plano de situación

Este muestra la relación existente entre los elementos de accionamiento y la composición de la máquina. En él se dibuja el trabajo de la máquina junto con la descripción del proceso y el diagrama de movimientos.

Figura 23. Ejemplo de plano de situación



Fuente: SECURED. *Manual de oleohidráulica*. p. 2.

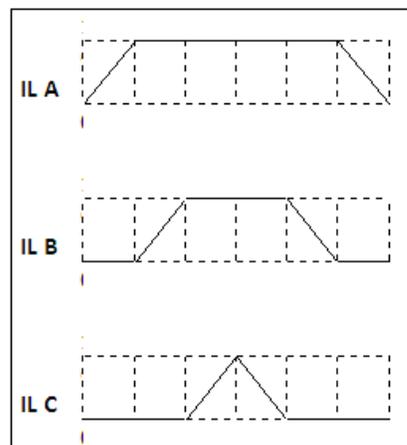
2.5.2. Diagrama espacio-fase

Es el tipo de diagrama para representar los tiempos de trabajo de cada cilindro, esto se utiliza únicamente para métodos didácticos, sobre los ejes de las coordenadas se representan:

- En el eje de las abscisas las fases
- En el eje de coordenadas la longitud de la carrera

Si en el circuito intervienen más de un cilindro, se trazan los diagramas correspondientes a cada uno de ellos, uno debajo del otro atendiendo al orden de funcionamiento; con lo que se puede visualizar fácilmente la posición de los cilindros en cada fase, se representan con estado 0 y 1 en donde el 0 representa el vástago retraído y 1 el vástago extendido.

Figura 24. Diagrama espacio-fase



Fuente: http://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PSAFM/PSAFM02/es_PPFM_PSAFM02_Contentidos/website_421_representacin_grfica_diagramas_espaciofase.html Oleohidráulica y neumática. p. Consulta septiembre 2018.

La figura anterior representa un diagrama espacio-fase. Sea la secuencia:

A+B+C+C-B-A-

En este caso se usarán en las secuencias las denominaciones A, B, C y otros. Para los cilindros, el símbolo + quiere decir avance y símbolo – quiere decir retroceso.

2.6. Interpretación de diagramas hidráulicos

En este punto se pretende adaptar para interpretación de diagramas reales que se encuentran en manuales de mantenimiento de las máquinas, en donde para resolver alguna falla oleohidráulica se necesita trabajar a la par de estos.

Se analizarán varios ejemplos los cuales se aumentarán el nivel de dificultad conforme se vaya avanzando; para esto se debe conocer las aplicaciones de los sistemas oleohidráulicos, y sus componentes así como su ubicación física.

2.6.1. Ejemplo para explicar No.1

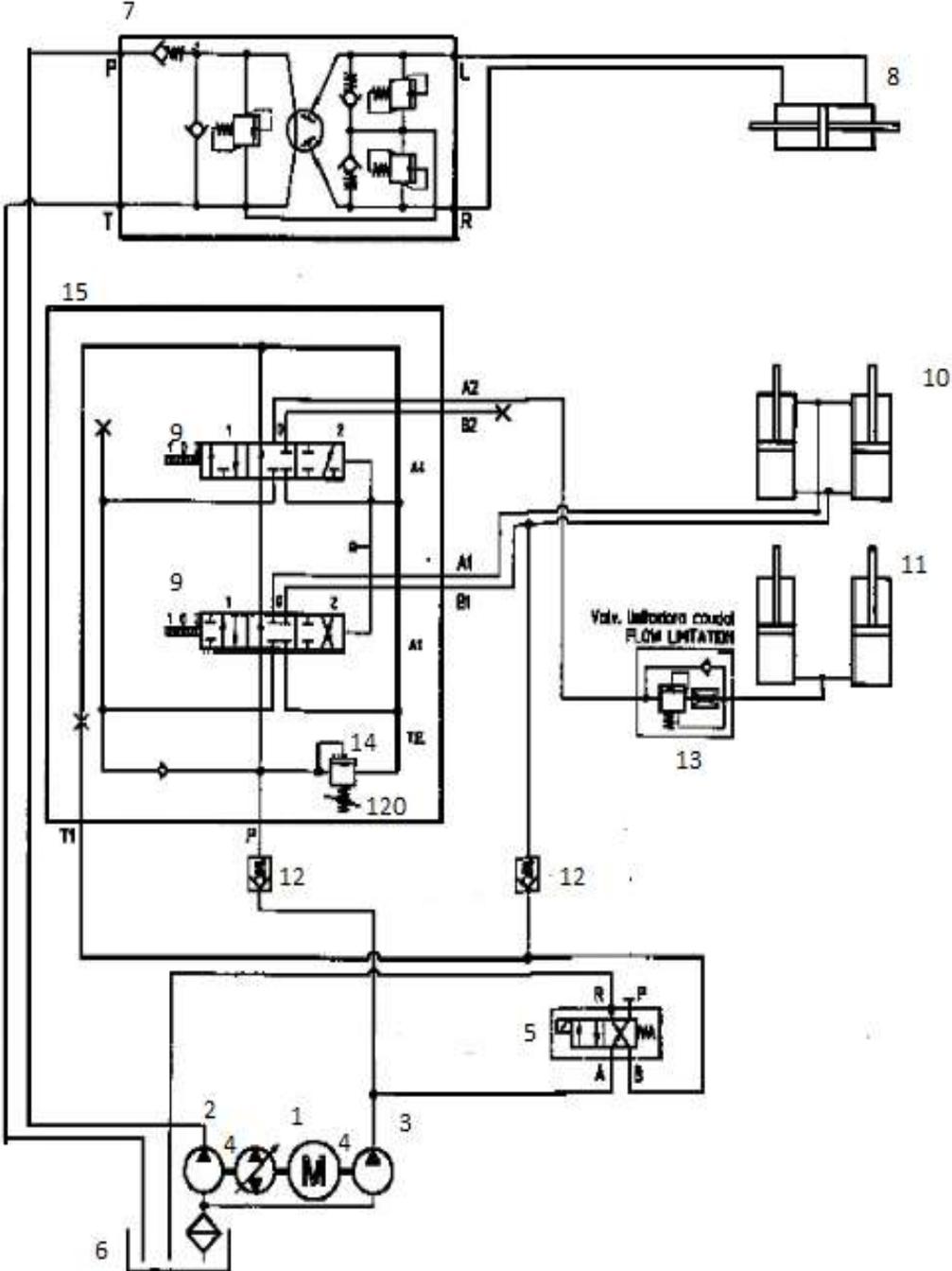
Se explicará cómo funciona el sistema de un montacargas, es importante mencionar los componentes y el ciclo de trabajo del sistema que ocupa un equipo montacargas.

Tabla VII. **Componentes de sistema de montacargas**

Ref.	Componente	Cantidad
1	Motor de combustión interna	1
2	Bomba de engranajes para sistema de dirección	1
3	Bomba de mandos	1
4	Campana de unión	2
5	Válvula de seguridad	1
6	Depósito de aceite hidráulico	1
7	Válvula de dirección Orbitrol	1
8	Cilindro direccional	1
9	Válvulas de enclavamiento	2
10	Cilindros de inclinación	1
11	Cilindros de levante	1
12	Válvulas anti retorno	1
13	Válvula de regulación de presión	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama oleohidráulico de un montacargas

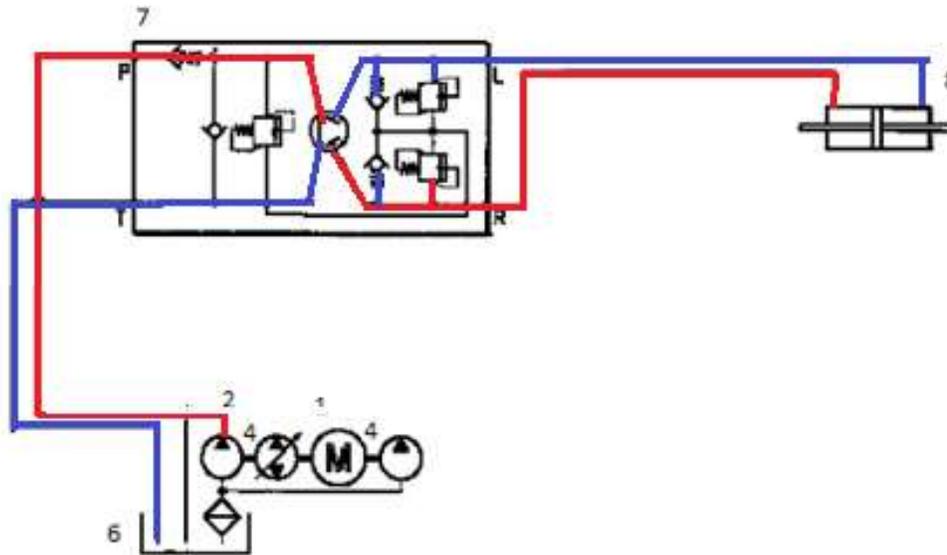


Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo de la figura 26

- El motor 1 arrancado genera la fuerza suficiente que mueve las bombas conectadas entre sí, por medio de ejes los cuales están amortiguados por la campana de unión 4, para evitar los golpes bruscos durante el arranque y evitar que se quiebre alguna pieza.
- Se deben diferenciar las líneas de presión y las líneas de retorno a tanque, en los diferentes tiempos cuando se accionen las palancas.
- Las bombas 2 y 3 generan el caudal necesario para llenar todas las mangueras y racores donde el flujo pueda pasar.
- La bomba 2 transmite el flujo hacia la válvula orbitrol 7 la cual es comandada por el operador por medio del timón del montacargas el flujo entra por puerto de válvula P el cual dependiendo hacia dónde se dirija el operador transmitirá la presión hacia las salidas R derecha, L izquierda. Las cuales harán mover el cilindro de doble vástago 8 que está conectado hacia el mecanismo de giro de las llantas, la línea roja representa la presión según accionamiento de giro en este caso hacia la derecha.

Figura 26. **Diagrama de fuerza para dirección**



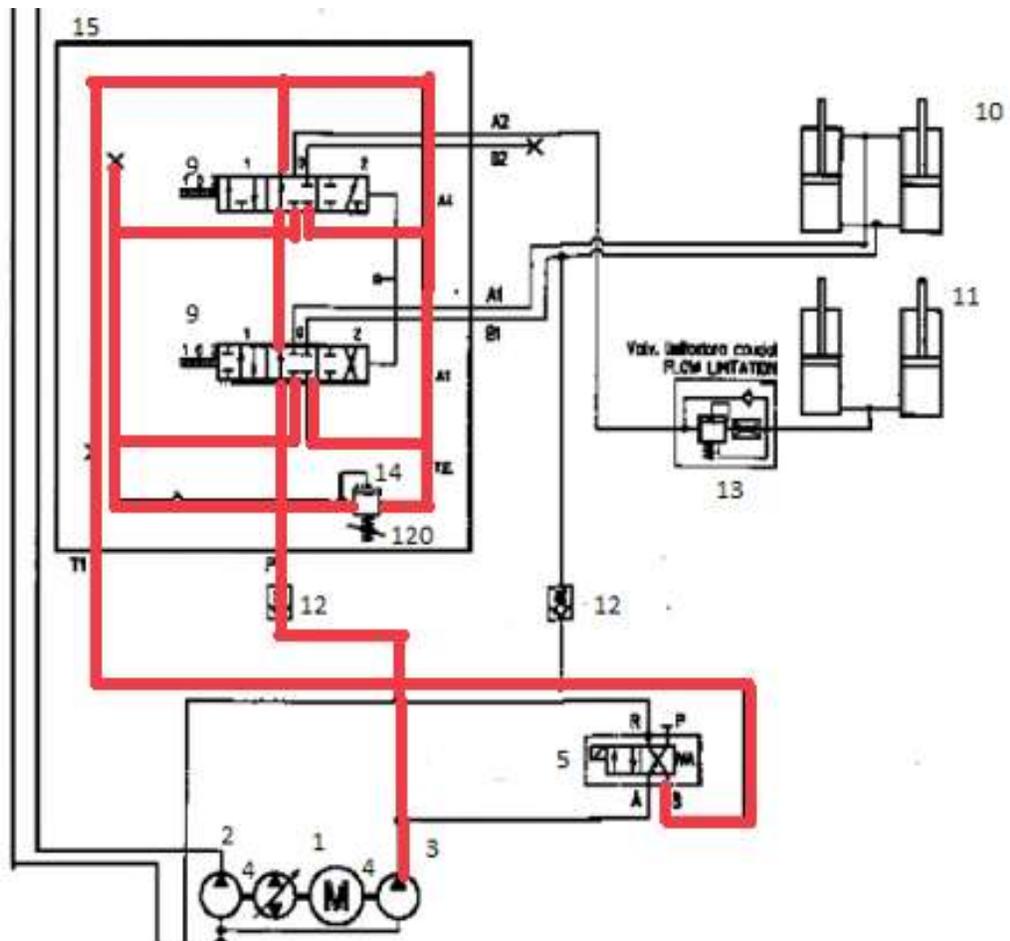
Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo figura 27

- La bomba 3 transmite el flujo hacia los mandos de control ubicados en el tablero de instrumentos en la cabina del operador y hacia la válvula 5.
 - El flujo llega hacia la válvula de seguridad 5 la cual trabaja con la presencia de operador y esta actúa por medio de una señal eléctrica sensor para activarse, de lo contrario la válvula se abre y el flujo buscaría la salida que tiene menos restricción pasa libre, por ende, saliera por la salida R de la válvula 5 hacia el tanque de aceite 6.
 - El flujo llega a la válvula anti retorno 12 siguiendo su recorrido hacia el bloque 15 en donde se encuentran las válvulas 9 de

palancas, las cuales en la posición central son abiertas, el flujo transmite hacia todo el bloque 15 en donde la línea alimenta para regresar a la válvula 9 esperando el momento en que se mueva de posición.

Figura 27. Diagrama de control de mandos

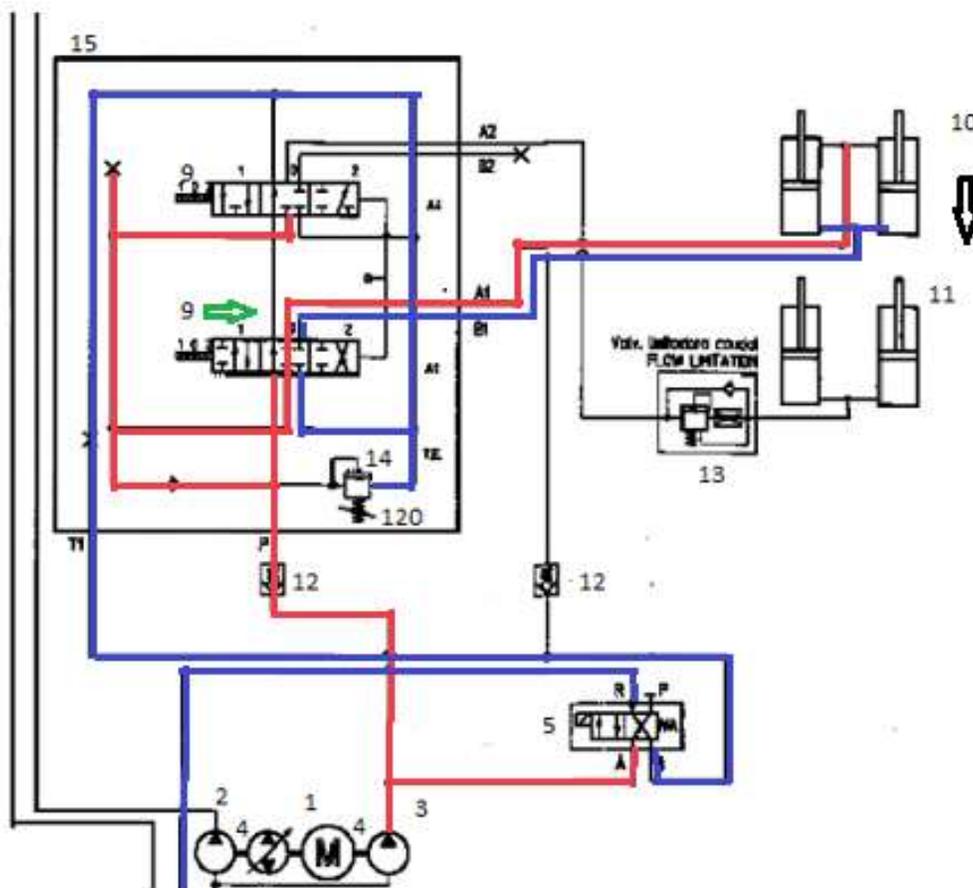


Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo figura 28

- Al accionar la palanca 9 de mandos para los cilindros de inclinación 10 hacia adentro el flujo trabaja de la siguiente manera: la línea roja marca el recorrido del aceite, las líneas azules muestran el retorno al tanque, la flecha verde indica hacia dónde se movió la válvula y la flecha negra indica el sentido en que los cilindros de inclinación se dirigen.

Figura 28. Diagrama de trabajo de la torre inclinación hacia atrás

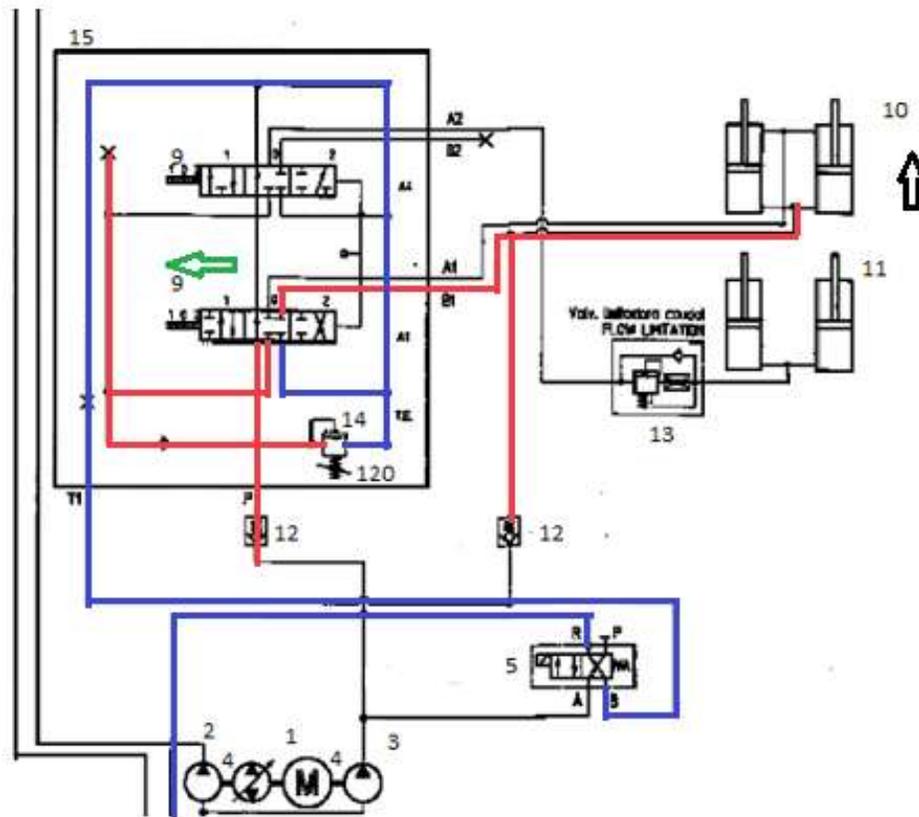


Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo figura 29

- Al accionar la palanca 9 de mandos de inclinación hacia afuera trabaja de la siguiente manera: la línea roja refleja el flujo de aceite, la flecha verde muestra hacia donde se movió la palanca. La flecha negra muestra la inclinación de los cilindros, y la línea azul muestra la línea de retorno del aceite que quedó del otro lado del cilindro y tiene que regresar al tanque para que este pueda circular libremente y no cree una contra-presión.

Figura 29. Diagrama de trabajo inclinación de la torre hacia adelante

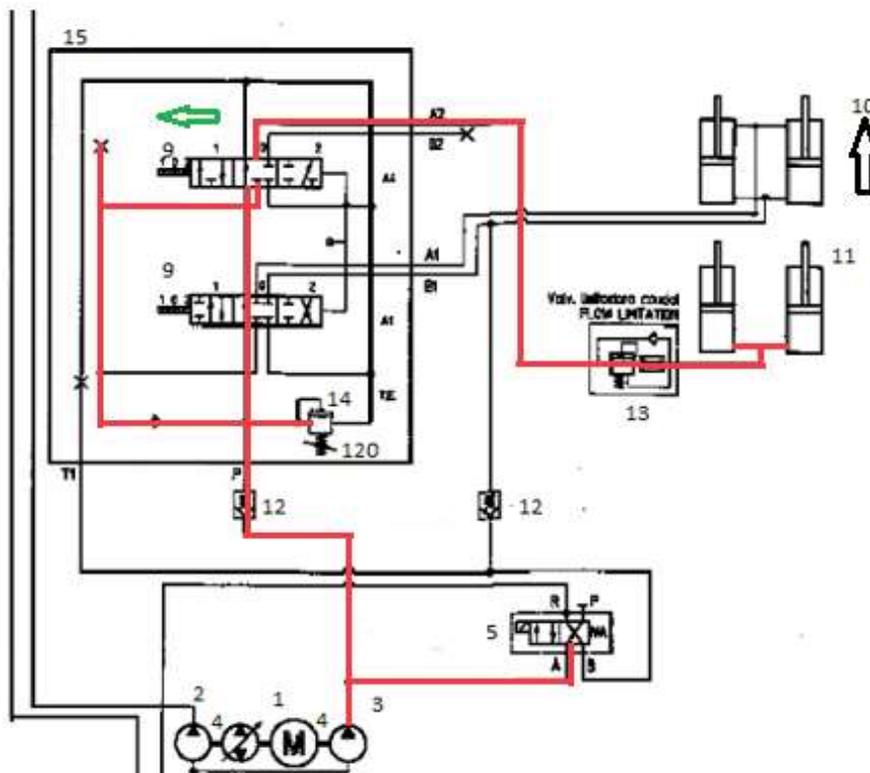


Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo figura 30

- Cuando se accione la palanca 9 de levante para accionar los cilindros 11 de levante de montacargas el circuito trabajaría de la siguiente manera: la línea roja muestra el flujo de aceite, la flecha verde muestra hacia dónde corrió la palanca y la flecha negra muestra el levante de la carga. En el caso de este diagrama muestra que estos cilindros son de simple efecto ya que no tienen una conexión en el lado contrario del cilindro, por lo cual no hay aceite en la otra cámara del cilindro, no hay peligro de una contra presión.

Figura 30. Diagrama de trabajo de elevador hacia arriba

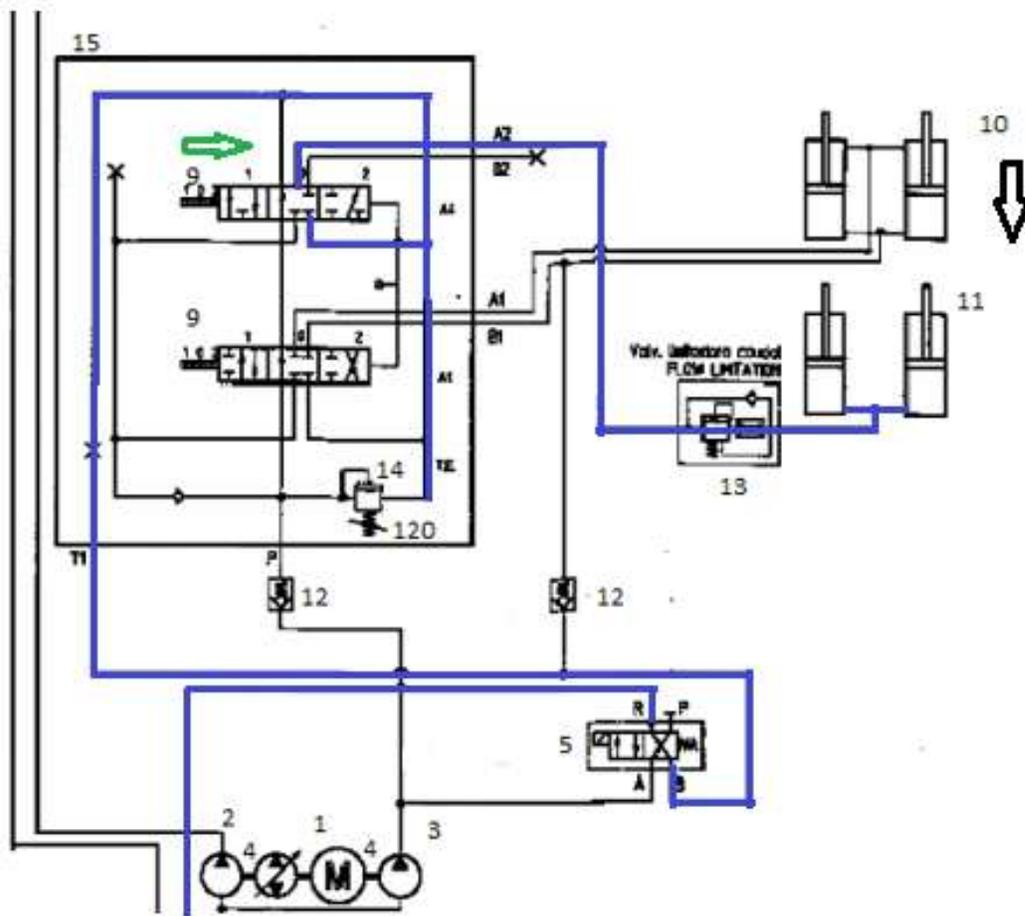


Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Ciclo de trabajo figura 31

- El retorno del cilindro de levante quedaría de la siguiente manera: la flecha verde muestra hacia dónde se mueve la palanca de mandos, la flecha negra muestra hacia dónde se mueven los cilindros de levante 11 en este caso hacia abajo. Debido a que el movimiento de la torre es en bajada no se necesita una presión que lo mueva únicamente se dirige el flujo hacia el tanque por medio de la válvula 9 de levante de la torre, la cual baja por medio del peso de esta, y amortiguado la bajada por medio de la válvula de control de flujo 13 y evitar que esta caiga de golpe.

Figura 31. Diagrama de trabajo de elevador hacia abajo



Fuente: elaboración propia, empleando programa Didacta FluidSIM.

Nota: la válvula 14 es una válvula limitadora de presión para protección del sistema a la hora de detectar que pasa una presión mayor a la indicada por el fabricante en este caso 120 psi esta se abrirá y retornará todo flujo al tanque para liberar y proteger el sistema de una sobrepresión.

El bloque 15 tiene 2 salidas A3 y A4 las cuales están diseñadas para colocar manómetros a la hora de estar realizando mediciones en reparaciones o chequeos rutinarios.

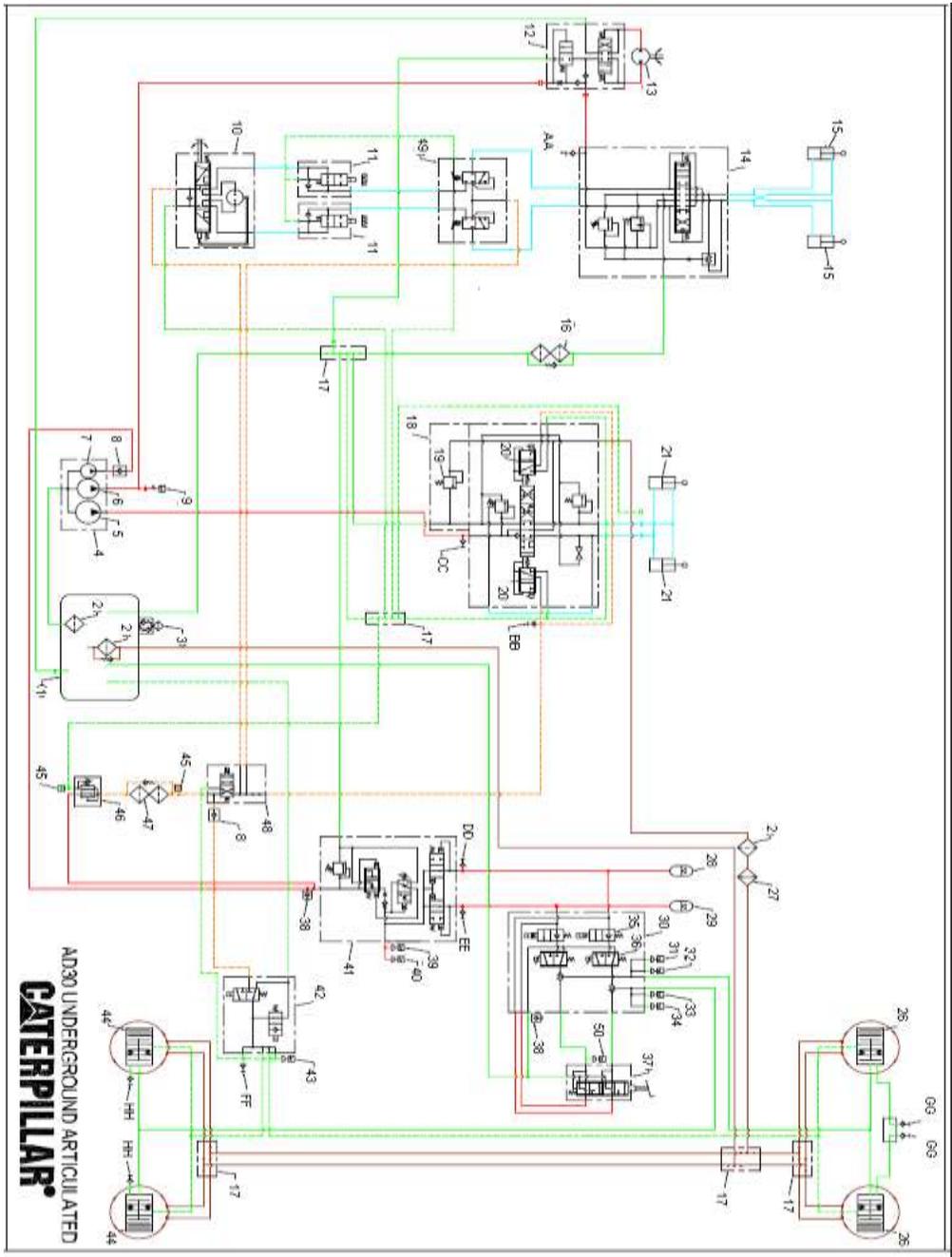
2.6.2. Ejemplo para explicar No.2

En el caso de sistemas más grandes por lo general el diagrama oleohidráulico viene seccionado en varias páginas dependiendo el sistema que se estudie, o bien en hojas grandes personalizadas donde se permite ver todo el sistema como un todo.

En el ejemplo de abajo, para este caso, es la hoja original la cual se disminuyó de tamaño, para verla como un todo pero se irán partiendo sistema por sistema para su mejor interpretación. Utilizando como ejemplo una máquina tipo camión minero articulado caterpillar AD30, el cual servirá para ejecutar la interpretación de diagramas, al final si se sabe interpretar bien un diagrama, se puede realizar cualquiera pero todo depende de la práctica.

Este camión tiene la particularidad que aparte de ser para trabajo de minería más bajos, cuenta con una gran capacidad de carga y volumen, no giran las llantas como un camión normal. En cambio, se articula en la parte central de la máquina para tener radios de giros más cerrados y así ingresar a lugares estrechos.

Figura 32. Diagrama camión minero articulado Caterpillar AD30



Fuente: Diagrama hidráulico camión articulado AD30 Caterpillar.

Tabla VIII. **Lista de componentes camión Caterpillar AD30**

Ref.	Componente
1	Tanque hidráulico
2	Malla
3	Válvula de alivio
4	Bomba de engranajes para mandos, dirección, freno y palangana
5	Sección de enfriamiento de frenos y levante de la bomba de engranajes
6	Sección bomba de engranajes de dirección
7	Sección de frenos y pilotaje de bomba de engranajes
8	Válvula anti retorno
9	Sistema de flote primario de dirección
10	Sistema de control de dirección
11	Válvula neutralizadora de dirección
12	Válvula de desvío de dirección secundaria
13	Bomba de engranajes de dirección secundaria
14	Válvula de control de dirección
15	Cilindros de dirección
16	Filtro de dirección de aceite
17	Colector
18	Válvula de control de palangana
19	Válvula de alivio de aceite de enfriamiento de frenos
20	Actuador de control piloto
21	Cilindro de palangana
22-25	Sistema de cilindros de eyección si aplica
26	Frenos delanteros
27	Enfriador de aceite de frenos
28	Acumulador de freno trasero
29	Acumulador de freno delantero
30	Válvula de control de retardador
31	Interruptor de presión de aceite de frenos y luz de frenos frontal
32	Interruptor de presión de aceite de freno de servicio y retardador frontal
33	Interruptor de presión de aceite de freno de servicio y retardador trasero

Continuación de la tabla VIII

34	Interruptor de presión de aceite de frenos y luz de frenos trasero
35	Válvula solenoide de alimentación de retardador
36	Válvula solenoide de control de retardador
37	Válvula de control de freno de servicio
38	Puerto rápido para conector de bomba portable de desembroque
39	Interruptor de presión de aceite de freno indicador de alerta
40	Interruptor de presión de aceite de freno Aplicación de freno
41	Válvula de carga de acumulador de freno
42	Válvula de control de freno de parqueo
43	Interruptor de presión de aceite de freno de parqueo
44	Frenos traseros.
45	Sistema de puerto de conexión de lubricación automática
46	válvula de reducción de presión de aceite piloto
47	Filtro de aceite
48	Válvula solenoide de implementos y dirección
49	Válvula de aseguramiento de dirección
50	Interruptor de presión de aceite de freno de servicio

Fuente: elaboración propia.

En el caso de este diagrama, se muestra directamente la simbología por medio de colores de las líneas de aceite, los cuales se describen a continuación:

Tabla IX. **Código de colores de líneas de aceite**

Color	Significado
	Presión de descarga de la bomba
	Succión de aceite, retorno de aceite y drene de aceite
	Aceite de retorno sistema de pilotaje
	Aceite bloqueado
	Aceite sistema de pilotaje
	Aceite de lubricación, ejes o aceite de sistema de frenos

Fuente: elaboración propia.

Sistema de dirección:

- Se comienza identificando la válvula de giro No.10 (válvula orbitrol) esta es operada por el operador desde la cabina y da la facilidad de hacer girar la máquina, ya sea a la izquierda o derecha esta válvula recibe la señal por medio de la bomba No.7 la cual es de pilotaje únicamente.
- Cuando se gira el timón el aceite de pilotaje continúa su recorrido hasta las válvulas No.11, la cuales tienen la función de parar el flujo de aceite si a la hora de articular la máquina esta ya llegó a su punto máximo de giro, ya sea izquierda o derecha. Si se nota de un lado, tiene rodillos los cuales físicamente al topar con la pared cambian de posición y detienen flujo. Estas válvulas trabajan como seguridad de los cilindros de articulación para evitar que se quiebren.
- Luego el aceite llega a la válvula de bloqueo No.49, la cual sirve para regular la presión de pilotaje del sistema.

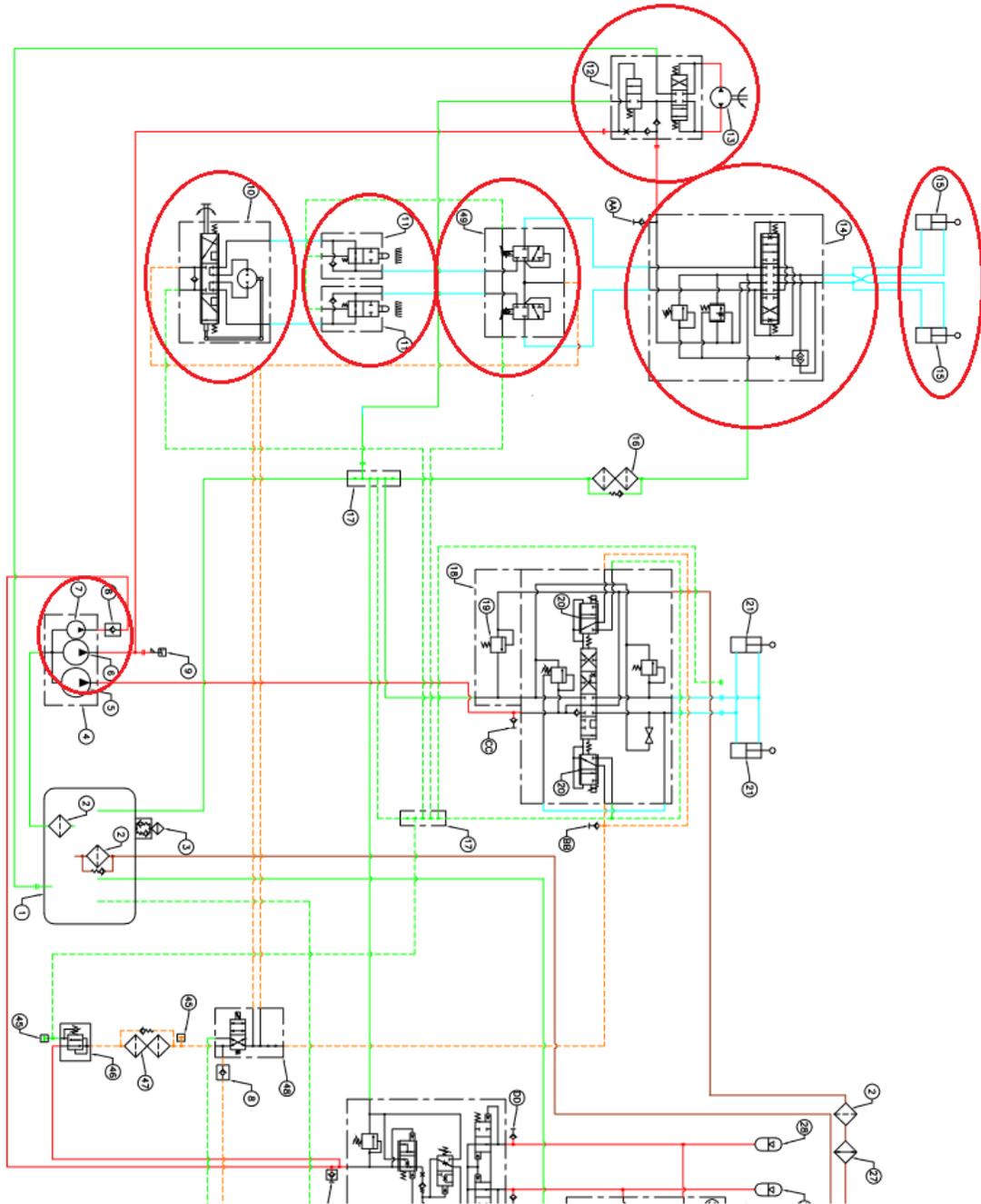
- Estas válvulas entregan el aceite de pilotaje para el bloqueo No.14 el cual distribuye aceite hacia los cilindros de dirección No.15, hay que tener en cuenta que este aceite es únicamente de pilotaje para hacer cambiar de posición el cartucho (válvula que se encuentra en el interior de este bloque), el cual tiene la función de dirigir el aceite hacia los cilindros No.15 y abrir el paso para el aceite de retorno.
- Ya pilotada la válvula que se encuentra en el interior del bloque No.14 el flujo de la bomba de dirección No.6 libera la presión necesaria para hacer mover los cilindros de dirección No.15.

Nota: la válvula No.12 está conectada debajo de la válvula orbitrol No.10 su función es hacer girar la máquina si llegase a fallar la válvula No.10 de una manera más dura, esto para evitar que la máquina se vaya a quedar en lugares no deseados.

El punto AA en el bloque 14 indica una toma de presión para medir la presión con manómetro portátil del sistema de dirección y saber si la bomba de dirección está fallando.

Se puede notar a la salida de los cilindros de dirección que las líneas están conectadas de manera cruzada, ya que al ser un camión articulado al girar la máquina un cilindro recoge el vástago y el otro sale el vástago para hacer girar la máquina.

Figura 33. Diagrama seccionado del sistema de dirección



Fuente: Diagrama hidráulico camión articulado AD30 Caterpillar.

Sistema de levante de la palangana del camión:

- Se comienza identificando la válvula de control del sistema de la palangana la que se encuentra en el bloque No.18; la cual se caracteriza por ser una palanca en donde se identifica subida o bajada de la palangana comandada por la válvula No.20 en la cabina del operador.
- El aceite que pilotea la palanca viene de la bomba No.7, el cual es suministrado a su vez por la válvula No.48 solenoide de implementos y dirección el cual hace llegar el aceite hacia la válvula de palanca No.20 que tiene dos direcciones dependiendo de si se quiere subir o bajar la palangana.
- A su vez, este aceite de pilotaje libera la presión que viene de la bomba No.5 que es la que genera la fuerza necesaria para hacer levantar o bajar los cilindros No.21.

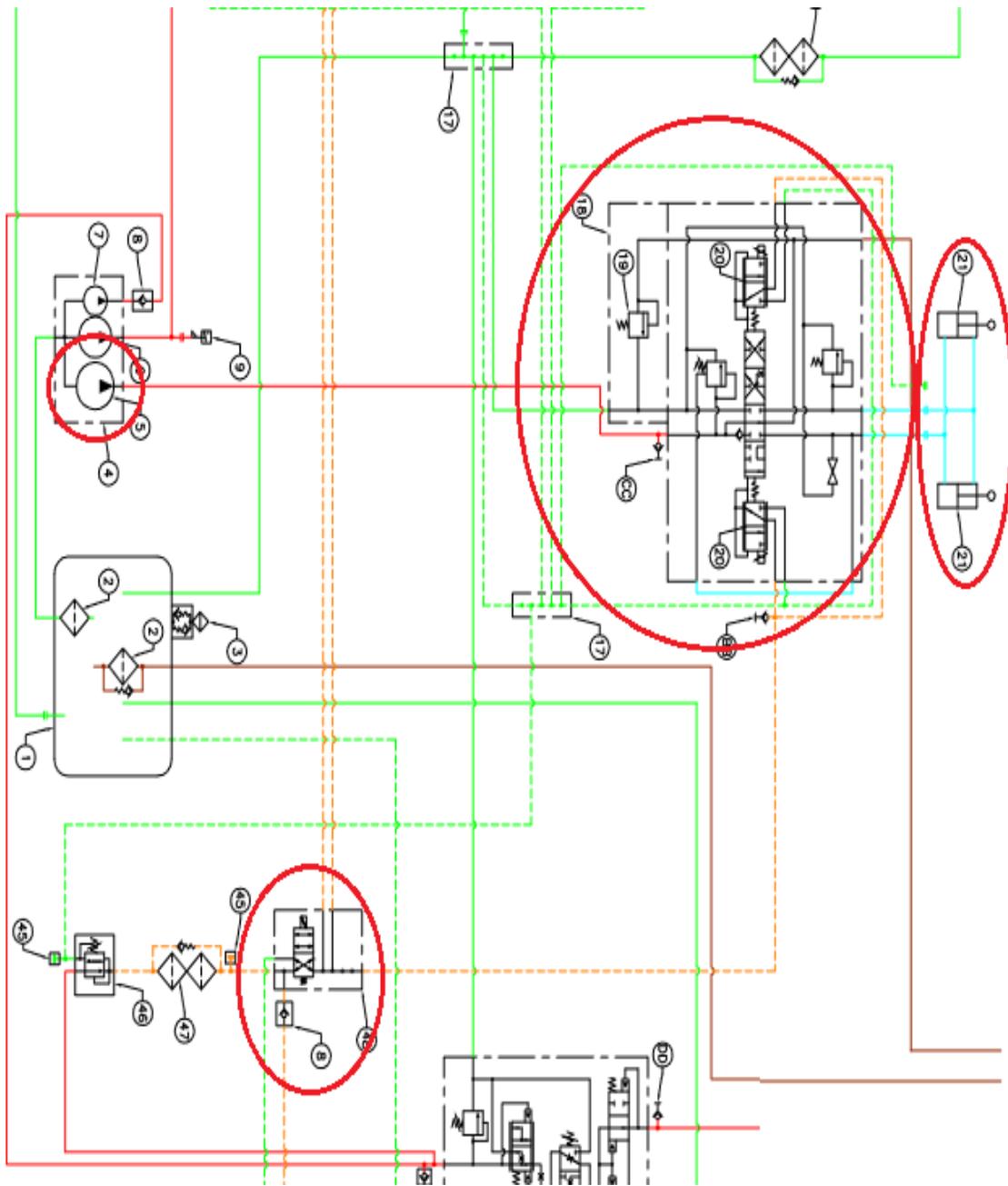
Nota: se puede notar que dentro del bloque 18 se encuentra la válvula No.19 de alivio de aceite de enfriamiento de los ejes debido a que la bomba No.7 también alimenta al sistema de enfriamiento de ejes.

La toma CC en el bloque 18 de control de la palangana sirve para toma de presiones con manómetro portátil para saber si la bomba ha fallado.

La toma BB en el bloque 18 de control de la palangana sirve para toma de presiones con manómetro portátil para saber a qué presión de pilotaje se encuentra el sistema.

El cartucho adentro del bloque hidráulico no.18 está diseñado por parte del fabricante, de tal manera que a la hora de bajar la palangana no baje de manera repentina o de golpe.

Figura 34. Diagrama seccionado del sistema de levante de la palangana del camión



Fuente: Diagrama hidráulico camión articulado AD30 Caterpillar.

Sistema de frenos de servicio y retardador de freno

- Se comienza identificando la válvula de accionamiento de frenos No.37, la cual es un pedal como indica la figura.
- Se continúa identificando la válvula de control de retardador No.30 la cual comanda eléctricamente los cartuchos No.35 y No.36 que reciben señal por medio de una palanca en cabina de operador, leer en nota explicación de cómo opera.
- La presión de frenos viene directamente de la bomba No.7 que trabaja para darle presión a los frenos en donde el fluido pasa a través del boque No.41, que es el encargado de recolectar la presión que es elevada a través de los acumuladores de nitrógeno No.28 y No.29 para eje frontal y eje trasero. Estos, a su vez, son monitoreados por los interruptores de presión de acumulador de frenos No.39 y No.40 los cuales trabajan eléctricamente como sensor de la presión ya que de no ser adecuada la presión dan una señal al operador de que la presión de frenos no es la adecuada o bien hay alguna anomalía en el sistema.
- El flujo luego llega al bloque No.30 válvula de control de retardador donde es desviado hacia la válvula No.37, de pedal de freno, el cual a la hora de presionar el pedal dirige nuevamente el fluido al bloque No.30, que dirige el flujo hacia los ejes en donde se encuentran ubicados los frenos No.25 frenos delanteros y No.44 frenos traseros; ya con la presión necesaria para mover el plato de frenos y los resortes que se encuentran en el interior de los ejes para frenar la máquina.

- Los interruptores de presión No.31 y No.34 reciben la señal en donde se indica que los frenos están activados.
- Los interruptores de presión No.32 y No.33 reciben la señal de presión de freno de servicio y retardador están activados.

Nota: el sistema de frenos que se muestra es un sistema de discos sumergibles en aceite para enfriamiento y accionados con resorte.

Este sistema funciona por medio de resortes los cuales en su estado de reposo, se encuentran extendidos, por los que están frenando todo el tiempo la máquina, ya que estos resortes empujan los discos de frenos para que esta se encuentre embrocada.

El sistema oleohidráulico empuja un disco para presionar los resortes, estos, a su vez, provocan que los discos de frenos estén liberados y la máquina pueda girar libremente.

La presión de frenos esta monitoreada por el sensor de presión de freno de servicio No.50. Al leer una anomalía en la presión de frenos mandará una señal al operador donde indique que la presión no es la adecuada al sistema.

El retardador es un freno por medio de estrangulamiento de paso de aceite hacia los ejes para evitar sobrecarga de frenos por precaución a la hora que la máquina está muy cargada y evitar el uso de los frenos muy seguido.

El acople rápido No.38 en los bloques No.30 y No.41 sirven para colocar una bomba externa, en caso de que el sistema de frenos llegase a fallar y se necesite liberar los frenos para mover la máquina.

Las tomas de presión rápidas DD y EE del bloque 41 son para tomar presiones de los acumuladores, para saber si se encuentran con la presión necesaria para trabajar.

Freno de parqueo

- Se identifica en el diagrama el bloque No.42 válvula de control del freno de parqueo.
- El freno de parqueo trabaja con una señal eléctrica la cual comanda válvulas en el interior del boque No.42 en donde permite un flujo de aceite hacia los mandos finales de frenos ubicados en los ejes, esto es independiente al freno de servicio.

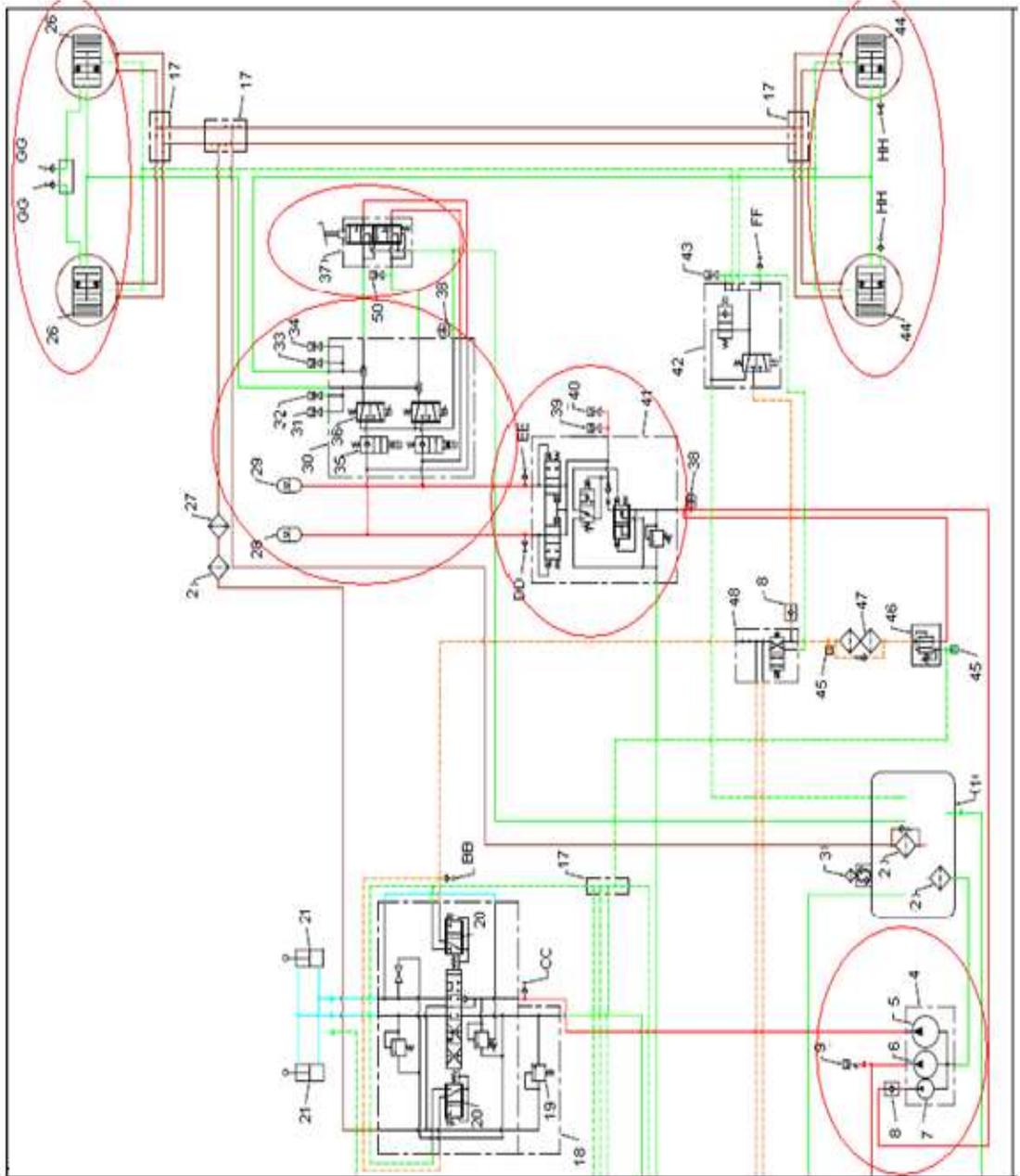
Nota: la toma rápida FF ubicada en el bloque 42 sirva para acoplar un manómetro, para realizar mediciones de presión de freno de parqueo para realizar reparaciones.

Sistema de enfriamiento de ejes

- Se comienza identificando la bomba de enfriamiento de ejes No.5 la cual alimenta los discos de frenos sumergibles esto debido a como está diseñada la máquina, en donde el aceite hidráulico sirve para mantener a una temperatura adecuada el paquete de discos de frenos, ya que como se explicó en capítulo anterior una de las propiedades del aceite es enfriar el sistema.
- La línea corinta que sale de los ejes es la que indica el enfriamiento de ejes la cual viene libre de la bomba pasando antes por bloque 18 como

desviación. Esta no necesita de ningún tipo de accionamiento o válvula para que empiece a pasar el flujo, simplemente con el hecho de arrancar la máquina, ya las bombas están trabajando y haciendo recorrer el fluido hacia los ejes en la parte de sistema de enfriamiento.

Figura 35. Diagrama seccionado del freno de servicio, retardador, freno de parqueo y sistema de enfriamiento de ejes



Fuente: Diagrama hidráulico Camión Articulado AD30 Caterpillar.

3. ELECTROHIDRÁULICA

Es en donde los trabajos son realizados por elementos oleohidráulicos y la entrada de señal para accionamiento de pasos hidráulicos se realiza por componentes eléctricos y electrónicos.

Un sistema electrohidráulico consta de dos grupos: la sección de control de señales o esquema eléctrico y la sección de potencia.

La sección de potencia no es más que el diagrama oleohidráulico donde comprende todos los elementos que aseguran la alimentación y control del sistema, con la diferencia del accionamiento de las válvulas por medio de señales eléctricas las cuales vienen en forma de bobinas para el movimiento de posición de las válvulas.

La sección de alimentación está dividida en la sección de conversión de energía y preparación del medio de presión. Es en esta parte del sistema en la que se genera la energía y se prepara correctamente el fluido.

3.1. Pilotaje eléctrico

Se le llama pilotaje a la acción de mover el carrete de la válvula de una posición, ya sea reposo o abierta, a una segunda posición para cambiar el sentido de dirección de flujo en la válvula, por medio de los orificios internos de esta y llevar a cabo la acción de cambio de trabajo que se está realizando en la máquina.

Se habla de pilotaje eléctrico, esta acción se refiere a mover el carrete interno de la válvula, se lleva a cabo por medio de fuerzas eléctricas las cuales vienen comandados de dispositivos en tipo botonera o contactores que permiten energizar una bobina solenoide, la cual está colocada en la parte final de la válvula como accionador carrete.

En este capítulo se muestra planos eléctricos para ir explicando cómo se trabaja este tipo de accionamientos.

3.2. Fuentes de poder

La fuente de poder es la fuente de alimentación o energía, que otorga la electricidad imprescindible para alimentar los dispositivos eléctricos que se manejan en la máquina. También es la encargada de transformar una corriente eléctrica alterna a una corriente eléctrica continua, aparte de suministrar a los componentes el voltaje adecuado para que estos no se averíen, ya que por ser dispositivos de control trabajan con voltajes de 12 o 24 voltios.

3.3. Accionamientos eléctricos

La energía proveniente de una unidad externa ya sea motor de combustión interna o motor eléctrico se aprovecha para convertirla a energía oleohidráulica, a través de las bombas y esta a energía mecánica a través de cilindros o actuadores.

En los sistemas electrohidráulicos las tareas de control de potencia se realiza por medio de válvulas, en donde la sección de señales está dividida en dos áreas funcionales: entrada de señales sensores y procesamiento de señales procesadores.

La entrada de señales puede hacerse a través de circuitos eléctricos, de PLC, de procesadores más modernos de última tecnología como controles ERIS. En esta tesis se atenderá el procesamiento de señales puramente eléctricas.

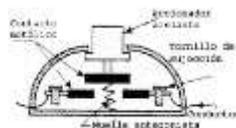
Las electroválvulas forman interfaz entre la sección de control de señales y la sección de potencia de un sistema electrohidráulico. Las bobinas que trabajan como actuadores de las válvulas tienen una tensión de funcionamiento de 12 o 24 voltios.

Las electroválvulas se encontrarán en diferentes sistemas automatizados desde maquinaria en fábricas de producción masiva, como empacadoras de productos, armados de vehículos o bien en maquinaria de perforación de minería, armados de vehículos.

3.3.1. Pulsadores e interruptores

Los pulsadores están diseñados para accionar contactos. Los contactos pueden abrir, cerrar líneas o pueden conmutarlas. Al soltar el pulsador el contacto regresa a su posición original por la fuerza de un muelle. Los interruptores poseen un mecanismo de enclavamiento o retención. La posición alcanzada permanece inalterable hasta que el interruptor se acciona en sentido contrario o se vuelve a presionar.

Figura 36. Pulsador (accionamiento)



Fuente: PARKER. *Tecnología electromecánica*, pag.56.

En cada máquina debe instalarse un interruptor principal a través del cual puede desconectarse todo el sistema eléctrico, para echar a andar o parar la máquina.

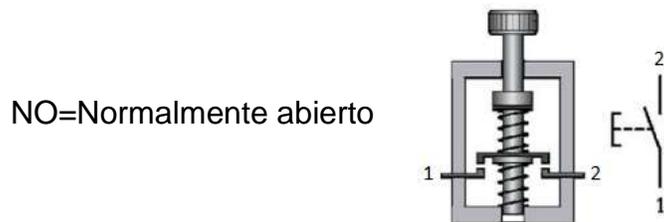
El accionamiento mecánico de un interruptor consiste en unir dos contactos entre sí, que permite cerrar el circuito eléctrico.

Tipos de contactos de interruptores

Los contactos del bloque pueden ser normalmente abiertos, normalmente cerrados y conmutadores.

Forma y simbología de contactos:

Figura 37. **Contacto normalmente abierto**

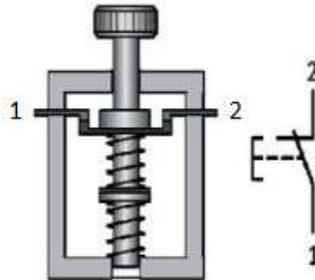


Fuente: Contactos. <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza> Consulta: 3 de septiembre de 2018.

Cuando la corriente continúa su paso al accionar el interruptor.

Figura 38. **Contacto normalmente cerrado**

NC= Normally
close

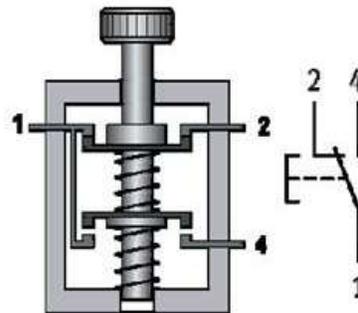


Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: septiembre de 2018.

Cuando la corriente interrumpe su paso al accionar el interruptor.

Figura 39. **Contacto normalmente conmutado**

Contacto conmutado
NO-NC



Fuente: Contactos. <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: 3 de septiembre de 2018.

Cuando se tiene una entrada de corriente y dos salidas por medio de un puente una salida es abierta y la otra es cerrada.

3.3.2. Relés

Un relé o revelador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

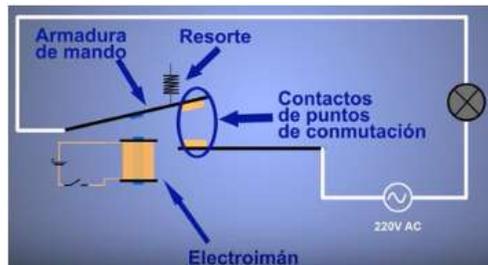
Su funcionamiento se basa en un electroimán el cual hace mover de posición al ser alimentado, cerrando los contactos dependiendo si es N.A. o N.C. normalmente abierto o normalmente cerrado. Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, que provoca que los contactos hagan conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permite que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos; lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrece la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control, otra ventaja es que sirven como dispositivos térmicos que protegen aparatos más caros.

Los componentes de un relé son:

- Electroimán
- Armadura de mando
- Contacto de puntos de conmutación
- Resorte

Figura 40. **Componentes de un relé**

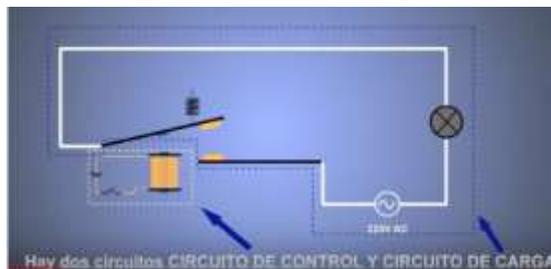


Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: septiembre de 2018.

3.3.2.1. **Funcionamiento de un relé**

En un relé hay dos circuitos que trabajan al mismo tiempo, el circuito de control y el de carga. El circuito de control es el que incluye la bobina y el resorte, este es de baja potencia puede ser de 12 o 24 voltios, trabaja únicamente como accionamiento; en cuanto al circuito de carga, es el que va a realizar el trabajo, puede ser de 12, 24, 110, 220, incluso 440 voltios.

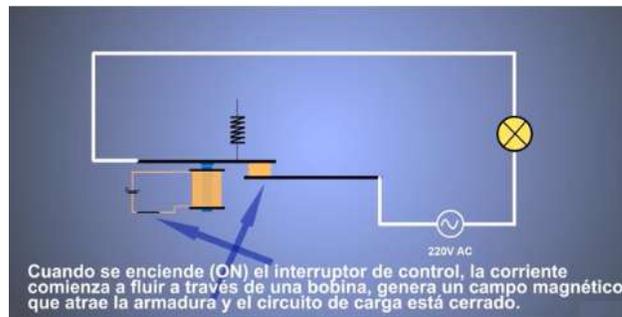
Figura 41. **Circuitos de un relé**



Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: 3 de septiembre de 2018.

Al accionar el pulsador de la bobina, este cierra el paso y energiza la bobina la cual genera un campo magnético que atrae la armadura de mando y esto, a su vez, une los contactos de puntos de conmutación, el cual cierra el circuito en este ejemplo de 220 voltios y la corriente alimenta todo el sistema representado en este dibujo con una luz.

Figura 42. **Circuito cuando se enciende el interruptor del relé**

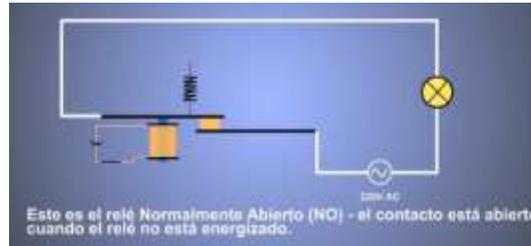


Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: septiembre de 2018.

3.3.2.2. Tipos de relés

Al igual que los interruptores hay normalmente abiertos (NO o NA) y normalmente cerrados (NC). Normalmente abierto, cuando el relé no está energizado el contacto está abierto.

Figura 43. **Circuito cuando el relé está normalmente abierto (NO)**



Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: 3 de septiembre de 2018.

Normalmente cerrado, cuando el relé no está energizado, el contacto está cerrado.

Figura 44. **Circuito cuando el relé esta normalmente cerrado (NC)**



Fuente: <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>. Consulta: 3 de septiembre de 2018.

3.3.3. Electroválvulas

Reúnen las ventajas de la electricidad y la oleohidráulica y pueden ser consideradas convertidores electrohidráulicos. Constan de una válvula hidráulica como medio para generar una señal de salida y de un accionamiento eléctrico denominado solenoide.

Está compuesta en la parte eléctrica de una bobina solenoide, la cual al ser energizada crea un campo magnético. Se coloca un eje el cual está conectado al carrete de la válvula oleohidráulica (eje interno) y a la hora de energizar lo mueve abriendo los orificios internos para el paso del fluido hidráulico. Este regresa a su estado original por medio de un muelle el cual está colocado al otro extremo de la válvula generalmente, o bien por otra bobina colocada en el otro extremo.

Figura 45. **Electroválvula**



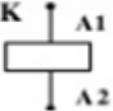
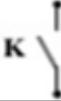
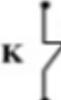
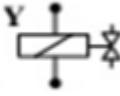
Fuente: Electroválvulas. <https://basepltda.com/productos/electrovalvula-neumatica/>

Consulta: 3 de septiembre de 2018.

3.4. Simbología electrohidráulica

Esta simbología está basada en la norma ISO 1219-2, y se presenta a continuación:

Tabla X. **Simbología electrohidráulica**

No.	Símbolo	Descripción
1		Relé
2		Contactos de Relé N/O
3		Contactos de Relé N/C
4		Relé con temporizado a la desconexión
5		Interruptor con enclavamiento mecánico N/O
6		Interruptor con enclavamiento mecánico N/C
7		Selenoide (Electroválvula)
8		Pulsador N/O
9		Pulsador N/C
10		Indicador luminoso
11		Presostato

Fuente: PARKER. *Tecnología electromecánica*. p.45.

3.5. Diagramas electrohidráulicos

Por lo general en los manuales de mantenimiento de maquinaria industrial o pesada se separan los dos elementos uno para la parte eléctrica y otro para la parte oleohidráulica, la simbología permite interpretar en dónde se juntan los dos elementos.

Al resolver una falla en un sistema eléctrico hay que apoyarse de un voltímetro el cual ayuda a determinar si el voltaje de 12 o 24 voltios está llegando a la electroválvula, para abrir o cerrar el paso de esta.

De igual forma es importante trabajar a la mano de los manuales del fabricante para ir siguiendo líneas de corriente en donde puede ocurrir un falso contacto, algún sensor caducado, cable roto, cruce de señal.

En esta parte se mostrarán dos ejemplos que de igual manera se subirá conforme avance el grado de dificultad.

3.5.1. Ejemplo para explicar electrohidráulico No.1

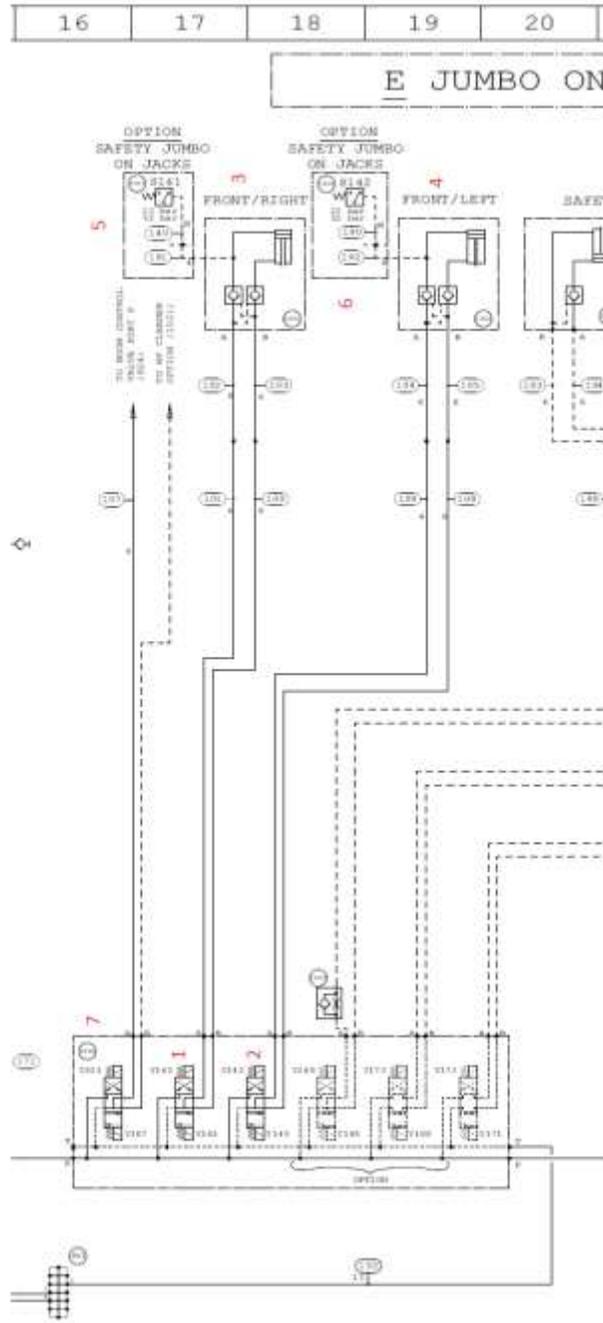
A continuación se explica cómo funciona el sistema electrohidráulico de un sistema de patas estabilizadoras, cilindros, para evitar que la maquina pueda volcarse cuando se realizan fuerzas externas de un equipo de perforación.

Tabla XI. **Componentes de patas estabilizadoras de una máquina de perforación**

Ref.	Componente	Cantidad
1	Válvula solenoide cilindro estabilizador frontal derecho	1
2	Válvula solenoide cilindro estabilizador frontal izquierdo	1
3	Cilindro estabilizador frontal derecho	1
4	Cilindro estabilizador frontal izquierdo	1
5	Dispositivo de seguridad cilindro derecho	1
6	Dispositivo de seguridad cilindro izquierdo	1
7	Bloque de válvulas de cilindros estabilizadores	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Imagen ampliada del diagrama de sección de cilindros de estabilizador



Fuente: Manual esquemático hidráulico perforadora Sandvik DD310-26 4766.

Ciclo de trabajo parte oleohidráulica:

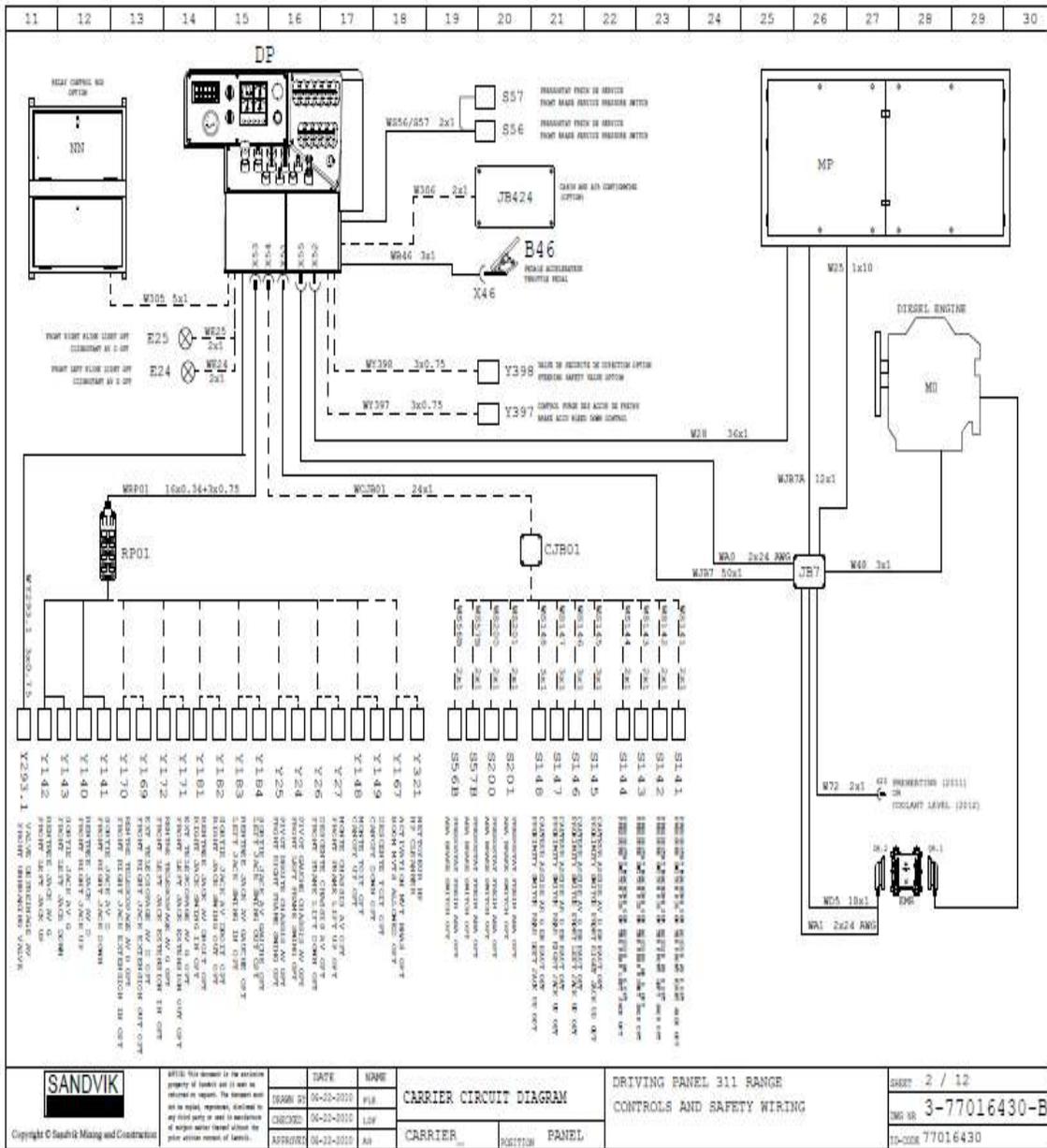
- El aceite entra por el puesto P del bloque No.7 de válvulas de cilindros estabilizadores el cual tiene una línea común para alimentar las válvulas las cuales están en posición de reposo.
- Se manda una señal de alimentación al solenoide Y140 de la válvula No.1 la cual hace que se mueva el carrete hacia abajo y hace circular el aceite hacia el cilindro No.3 estabilizador frontal derecho, haciendo que este salga y por el mecanismo diseñado haga que se empotre en el piso. De la misma manera, a la hora de alimentar eléctricamente el solenoide Y142 de la válvula No.2 este hace que se baje el cilindro No.4 estabilizador frontal izquierdo, haciendo que este salga y empotre en el lado contrario de la máquina.
- A la hora de dejar de recibir señal a los solenoides Y140 y Y142 los carretes de las válvulas No.1 y No.2 regresan a su posición central debido a que tienen muelle por resorte.
- Para devolver los cilindros a posición de levante es necesario que se alimente eléctricamente las bobinas Y141 y Y143.
- Los dispositivos de seguridad No.5 y No.6 trabajan en forma de presostato teniendo la función de indicar si los cilindros estabilizadores no están perdiendo la presión ya que están calibrados a 32 bares.

Ciclo de trabajo parte eléctrica

Se comienza identificando el manual en donde se ubica de dónde salen las señales que alimentan las bobinas Y140, Y141, Y142 y Y143, las cuales en este caso, debido a que es una señal comandada por el operador, salen directamente de un tablero de instrumentación para control de la máquina.

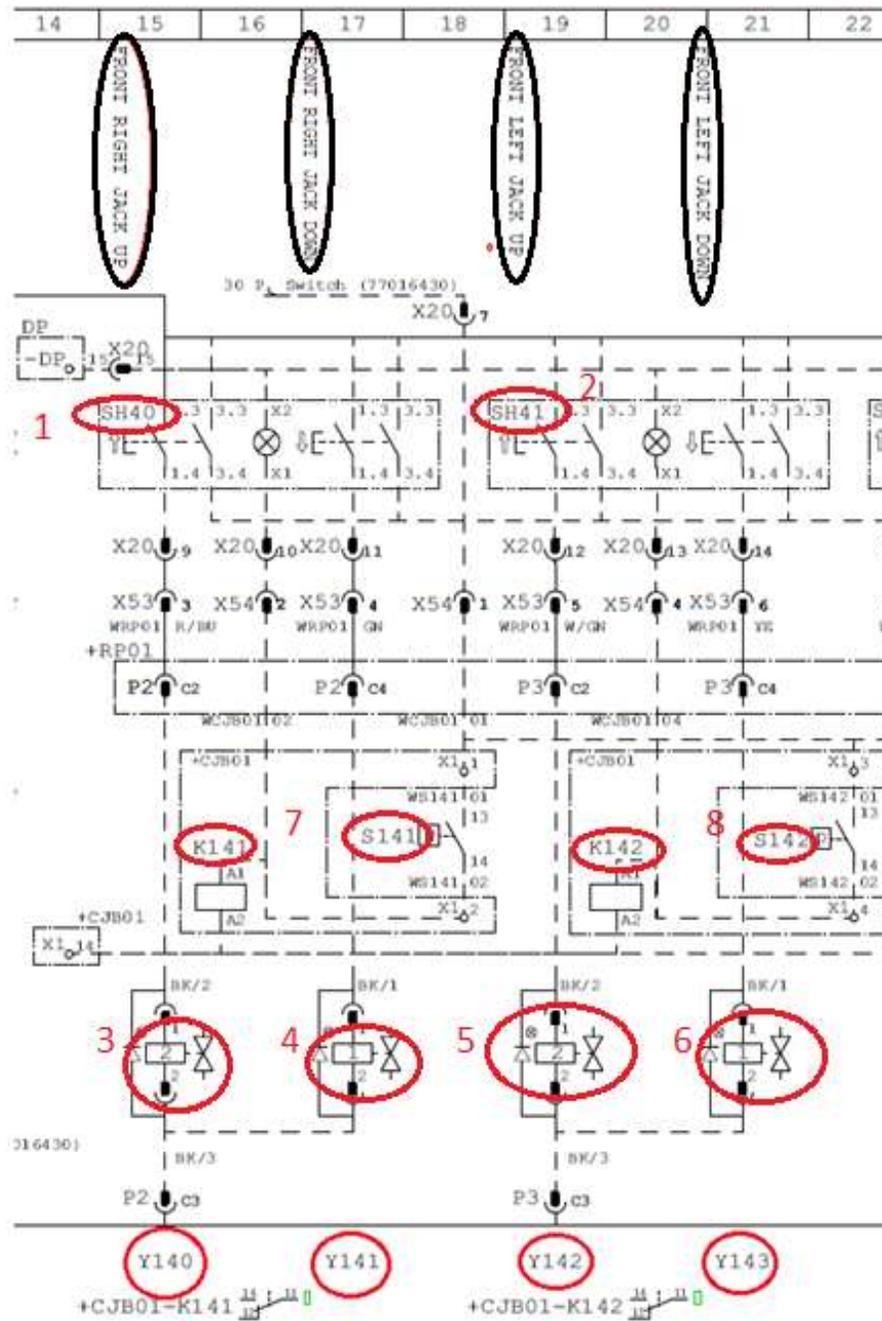
Estas bobinas son alimentadas por medio de interruptores de tres posiciones las cuales son: izquierda-centro-derecha.

Figura 47. Plano eléctrico de perforadora Sandvik DD310-26 4766



Fuente: Manual esquemático hidráulico perforadora Sandvik DD310-26 4766.

Figura 48. Imagen ampliada de sección de estabilizadores frontales



Fuente: Manual esquemático hidráulico perforadora Sandvik DD310-26 4766.

Tabla XII. **Componentes de estabilizadores**

Ref.	Componente	Cantidad
1	Interruptor de cilindro estabilizador frontal derecho SH40	1
2	Interruptor de cilindro estabilizador frontal izquierdo SH41	1
3	Solenoide Y140 subir cilindro frontal derecho	1
4	Solenoide Y141 bajar cilindro frontal derecho	1
5	Solenoide Y142 subir cilindro frontal izquierdo	1
6	Solenoide Y143 bajar cilindro frontal izquierdo	1
7	Presostato para cilindro derecho	1
8	Presostato para cilindro izquierdo	1

Fuente: elaboración propia.

- Se comienza identificando los interruptores SH40 para el cilindro frontal derecho No.1 y SH41 cilindro frontal izquierdo No.2, estos son del tipo pulsador normalmente abierto. Los cuales tienen tres posiciones: arriba-centro-abajo.
- Si se accionan los interruptores No.1 y No.2 hacia el lado derecho esto va a provocar que el paso de corriente siga para alimentar las bobinas Y140 No.3 y Y142 No.5, lo cual provocará que los cilindros estabilizadores suban ya que como indica en la simbología está conectado a la electroválvula.
- Si se acciona los interruptores No.1 y No.2 hacia el lado izquierdo esto va a provocar que el paso de corriente siga para alimentar las bobinas Y141

No.4 y Y143 No.6, lo cual provocara que los cilindros estabilizadores bajen, ya que como indica en la simbología está conectado a la electroválvula.

- Los presostatos No.7 y No.8 para cilindro derecho e izquierdo trabajan como dispositivo de seguridad, ya que al estar la presión a una medida indicada estos se cerrarán y alimentarán las bobinas K141 y K142, las cuales cerrarán el paso para que la alarma de baja presión en el sistema de estabilizadores esté desactivada.

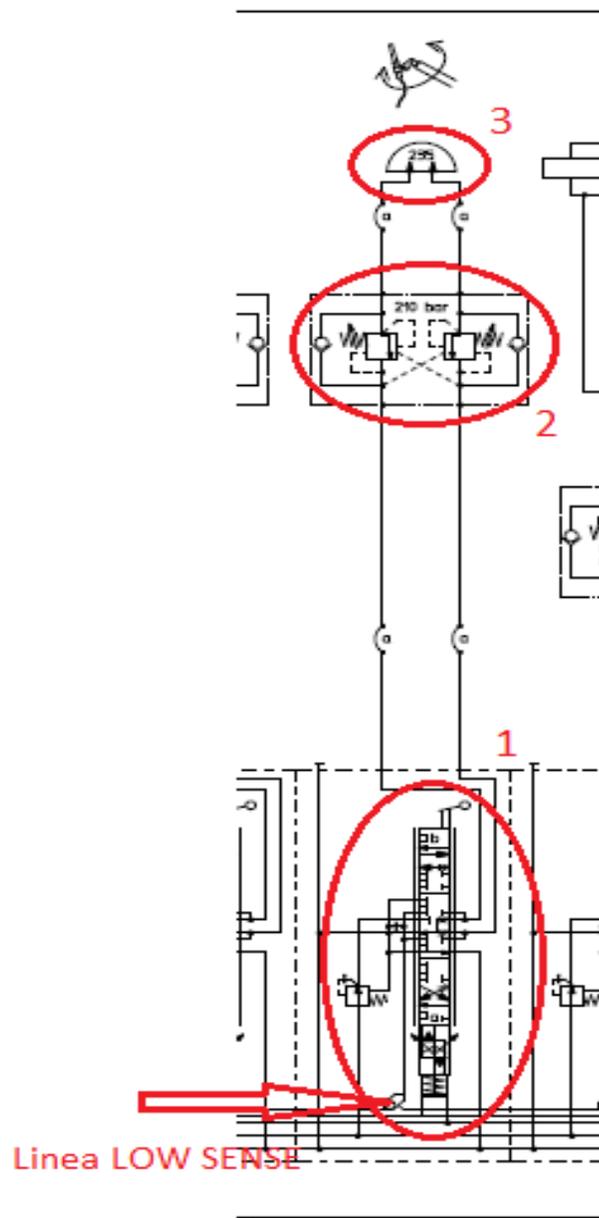
Nota: como parte de las fallas que se pueden dar en estos sistemas están:

- Que un solenoide tenga roto el cable de la bobina.
- El interruptor esté dando falsos contactos.
- Los presostatos estén dando presiones equivocadas.
- La corriente en la bobina este dando falsos y provoque calentamiento en el sistema eléctrico.
- Cables cruzados.

3.5.2. Ejemplo para explicar electrohidráulico No.2

A continuación, se explica cómo funciona el sistema electrohidráulico de un sistema de giro de la boquilla de una máquina rociadora de concreto, la cual es utilizada en trabajos donde se necesite concreto en forma de rociado, ya sea para rellenar una pared o acabados, en donde el concreto se adhiere con el uso de aditivos.

Figura 49. **Imagen ampliada de sistema de giro de boquilla de lanzadora de concreto SK4210 PUTZMEISTER**



Fuente: *Manual esquemático lanzadora de concreto SK4210 Putzmeister.*

Ciclo de trabajo parte oleohidráulica

Si se puede notar la válvula, es una fabricada especialmente para esta máquina la cual tiene pilotaje oleohidráulico, eléctrico, muelle resorte y palanca. Esto con el fin de que, si llegase a fallar el sistema eléctrico o el control remoto, dé la opción de seguir trabajando desde un control de mandos. A parte de esto tiene una línea LOW SENSE sensible a la presión esto quiere decir que la bomba oleohidráulica es de pistones y entrega caudal únicamente cuando la máquina lo demanda alguna válvula es accionada, si se encuentra en posición de reposo no entrega ningún caudal al sistema.

Tabla XIII. **Componentes oleohidráulicos de giro de la boquilla de una maquina rociadora de concreto**

Ref.	Componente	Cantidad
1	Válvula para giro de la boquilla de la lanzadora	1
2	Válvulas reguladoras de presión	1
3	Motor de rotación oleohidráulico	1

Fuente: elaboración propia.

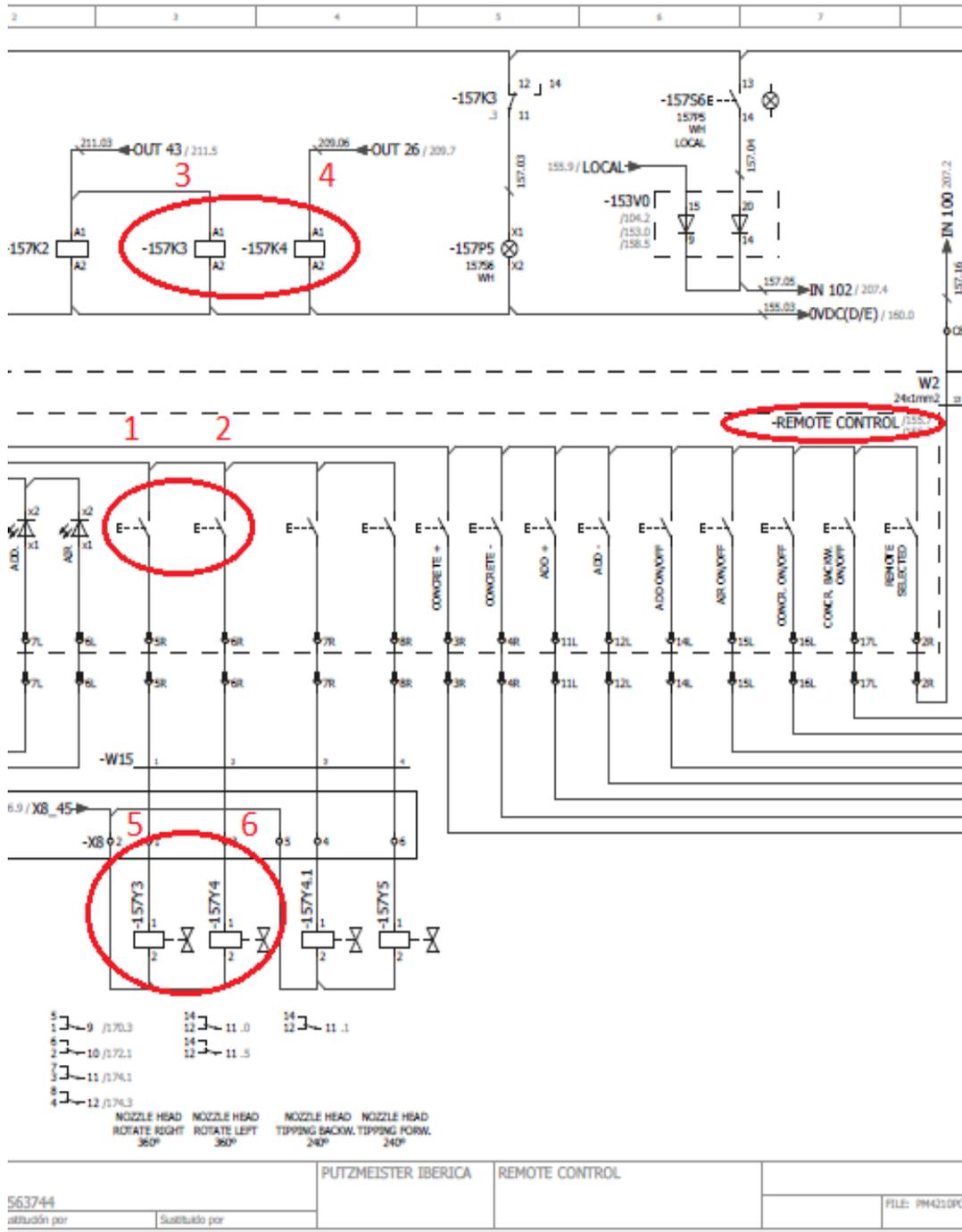
- La señal eléctrica llega hacia la válvula de giro de la boquilla No.1, la cual comanda ya sea para que esta saque el aceite para que el motor No.3 gire hacia la izquierda o hacia la derecha.
- El fluido hidráulico circula hasta llegar a las válvulas reguladoras de presión No.2 las cuales permiten que los movimientos de la boquilla no sean tan bruscos.

- Luego el aceite llega hacia el motor de rotación No.3 el cual está montado sobre un mecanismo que permite a la boquilla girar libremente hacia la derecha o izquierda

Ciclo de trabajo parte eléctrica

A continuación se muestra la parte eléctrica mediante diagramación:

Figura 50. Imagen ampliada de la sección de giro de la boquilla



Fuente: Manual esquemático lanzadora de concreto SK4210 Putzmeister.

Tabla XIV. **Componentes electrohidráulicos de giro de la boquilla de una maquina rociadora de concreto**

Ref.	Componente	Cantidad
1	Interruptor en control remoto para giro a la derecha	1
2	Interruptor en control remoto para giro a la izquierda	1
3	Contactador 157K3 para giro a la derecha	1
4	Contactador 157K4 para giro a la izquierda	1
5	Solenoides 157Y3 de válvula electrohidráulica para giro a la derecha	1
6	Solenoides 157Y4 de válvula electrohidráulica para giro a la izquierda	1

Fuente: elaboración propia.

Secuencia de trabajo parte eléctrica:

- Se comienza identificando los interruptores No.1 y No.2 que hacen que la boquilla de la lanzadora de concreto gire a la izquierda o a la derecha, los cuales se encuentran en un dispositivo de control remoto.
- A la hora de sacar la señal eléctrica de los interruptores ya sea No.1 o No.2 estos van a cerrar el contacto 157K3 No.3 o 157K4 No.4.
- Al estar cerrados los contactos 157K3 No.3 o 157K4 No.4 estos alimentan a las bobinas 157Y3 No.5 o 157Y4 No.6 de la electroválvula, haciendo que la boquilla gire al lado requerido.

Nota: en el caso de esta máquina el control remoto emite una señal hacia un receptor el cual manda la señal hacia un PLC, el cual al recibir las señales alimenta hacia los contactores 157K3 y 157K4.

4. EJECUCIÓN DEL CURSO DE OLEOHIDRÁULICA

4.1. Costo del curso

A continuación se muestra cotización de la empresa Acisa en donde contiene todos los materiales por utilizar incluyendo el costo del software:

Figura 51. Cotización de equipo por utilizar

Cantidad		Código Artículo	Designación	Precio en Q. con IVA	
				Unitario	Total
<p>FESTO acisa</p> <p style="text-align: center;">Automatización y Control Industrial, S.A. 1a. Avenida 10-81 zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala, C.A. Tel.: (502) 2494-2600 Fax: (502) 2494-2650 Email: gua.acisa@grupoacisa.com</p>					
Lugar y Fecha: Guatemala, 25 de Septiembre del 2018			No. Oferta: 1294		
Cliente:					
Contacto: Ing. Sergio Estrada					
Proyecto:					
Referencia: Hidráulica Básica					
Tipo de cambio: US\$1.00 = Q.7.43595					
1	573035	Equipo didáctico TP501, Hidráulica Básica en organizador. Incluye:		83,718.90	83,718.90
1	544335	Válvula limitadora de presión			
1	544338	Regulador de caudal de 2 vías			
1	152843	Regulador de flujo unidireccional			
1	544339	Válvula de antirretorno, desbloqueable			
1	548618	Válvula de antirretorno			
1	544342	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle			
1	544344	Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB -> T), con enclavamiento			
1	544343	Válvula de 4/3 vías, manual, con centro cerrado y enclavamiento			
1	152844	Válvula de cierre			
1	572746	Cilindro diferencial 16/10/200 con cubeta			
1	152972	Peso, 9 kg, para cilindro			
1	152858	Motor hidráulico			
1	152847	Conector en T hidráulico			
2	159395	Distribuidor de 4 vías con manómetro			
3	152841	Manómetro			
1	567191	Sensor de caudal			
Accesorios necesarios - Hidráulica					
2	162360	Placa perfilada de aluminio 1100 x 350		3,301.80	6,603.60
7	152960	Manguera hidráulica con acoplamiento rápido 600mm		1,738.86	12,172.02
3	152970	Manguera hidráulica con acoplamiento rápido 1000mm		1,768.32	5,304.96
2	159386	Manguera hidráulica con acoplamiento rápido 1500mm		1,797.78	3,595.56
1	551145	Manual de trabajo, Hidráulica Nivel Básico, Licencia de campus (ES)		4,766.16	4,766.16
1	8065049	Grupo hidráulico con una bomba de cilindrada constante 120v / 60hz		30,326.70	30,326.70
1	8024361	Software FluidSIM® 5 Hidráulica, instalación en red, licencia individual/múltiple de/en dos (2) licencias		16,946.40	16,946.40
1	8062672	Lerntop-S, el sistema de fijación de sobremesa		5,791.26	5,791.26
1	152971	Unidad limitadora de presión, hidráulica		953.22	953.22
1	574182	Manual de estudio, Fundamentos de hidráulica y electrohidráulica (ES)		1,321.26	1,321.26

Continuación de la figura 51

1	573039	Equipo suplementario de Hidráulica, Nivel básico TP 501 a Electrohidráulica, Nivel básico TP 601 Incluye:		
2	162241	Relé, triple	3,453.78	6,907.56
1	162242	Entrada de señales eléctricas	3,619.56	3,619.56
1	183322	Final de carrera eléctrico, accionado por la izquierda	746.04	746.04
1	183345	Final de carrera eléctrico, accionado por la derecha	746.04	746.04
1	544352	Válvula de doble bobina de 4/2 vías, con enclavamiento	7,888.38	7,888.38
1	544346	Electroválvula de 4/2 vías, con reposición por muelle	7,073.28	7,073.28
1	544347	Electroválvula de 4/3 vías, posición centro cerrado	7,791.66	7,791.66
1	572746	Cilindro diferencial 16/10/200 con cubeta	10,678.98	10,678.98
1	544371	Kit de montaje para cilindros	1,650.42	1,650.42
1	548612	Presostato, electrónico	9,269.88	9,269.88
2	2342009	Detector de posición electrónico	1,174.26	2,348.52
1	152847	Conector en T hidráulico	1,616.34	1,616.34
			0.00	
		Accesorios necesarios Electrohidráulica	0.00	
1	152973	Cubierta de protección para peso, 9KG, para kit de fijación Learntop S	2,417.64	2,417.64
1	152971	Unidad limitadora de presión, hidráulica	953.22	953.22
1	162411	Fuente de alimentación para montaje en bastidor, con cable 1,3m, para US, CA, América Central, BR, CO, YU, EC, KR, TW, TH, PH, JP	5,581.26	5,581.26
1	167091	Juego de cables de laboratorio de seguridad de 4mm (98 piezas, rojo y azul)	6,380.70	6,380.70
1	8040005	Multímetro	1,102.44	1,102.44
2	159386	Manguera hidráulica con acoplamiento rápido 1500mm	1,797.78	3,595.56
		Validez:		
		Hasta el 25/10/18. Precios unitarios válidos por el total de la oferta.		
		Entrega:		
		Aproximadamente 8 - 10 semanas después de confirmar el pedido con su orden de compra.		
		Entrenamiento:		
		Asistencia para instalación e inducción en el uso del mismo.		
		Pago:		
		Antecipado		
		Precio:		
		En Quetzales, incluye IVA.		
		Garantía:		
		24 meses sobre defectos de fabricación de los componentes, no incluye problemas causados por Virus, desinstalación inadecuada o formateo de PC para el caso de Software		
Son: Quetzales, treinta y dos mil ciento sesenta y seis 20/100				
Total S.E. & O. (Salvo Error & Omisión) Q.				251,867.52

Fuente: Empresa Acisa.

Las especificaciones técnicas del equipo que se describe en la cotización anterior se pueden encontrar en los anexos de este trabajo.

4.2. Uso del programa Didacta FluidSIM

Para temas didácticos se utilizará el programa Didacta FluidSIM, el cual desde hace más de 20 años, constituye el programa de simulación y diseño de esquema del circuito líder en todo el mundo para la neumática, la hidráulica, oleohidráulica y ahora también para la electrotécnica.

4.2.1. Funcionalidad del programa

Ensayos en tiempo real: no importa si se utiliza para la formación profesional o en una empresa de ingeniería: la simulación de controles y procesos se considera un estándar industrial desde hace bastante tiempo, minimiza las pérdidas por colapso y sirve para aumentar tanto la eficiencia como la calidad.

Los parámetros de todos los componentes son idénticos a los de los paquetes de entrenamiento de programa y, además, pueden adaptarse en todas las dimensiones a las características de otros componentes; puede utilizarse en control de una instalación real.

Amplia extensión: oleohidráulica, neumática, hidráulica y electrotécnica: las bibliotecas están disponibles por separado o compartidas en el mismo programa. El usuario decide cuáles de sus bibliotecas se pueden utilizar en el programa. Todas las tecnologías se combinan a la perfección en un esquema del circuito o en un proyecto.

Flexibilidad de instalación y utilización: el programa Didacta FluidSIM cuenta con registro online, licencia de red, utilización doméstica, ofreciendo varios modelos de licencia. Sin embargo, en el presente trabajo de tesis se utilizará el tipo de licencia que ofrece la empresa Acisa, que es la única proveedora autorizada en Guatemala.

CAD profesional conforme a la norma

- Comodidad para dibujar planos gracias a líneas de fuga, nuevas funciones de retención.
- Sencilla inserción de nuevos símbolos en las conexiones existentes.
- Marcos de dibujo variable.
- Escala y rotación progresivas.
- Funciones de trazado de cotas.
- Cálculo del punto de intersección de líneas, rectángulos y elipses.
- Todos los símbolos son de conformidad con las normas DIN ISO 1219 o DIN EN 81346-2.
- Designación de tomas conforme a la nueva identificación del utillaje.
- GRAFCET conforme a la norma actual.

Bibliotecas para nuevas tecnologías: bibliotecas para los paquetes de entrenamiento para neumática e hidráulica, en todos los niveles, incluyendo:

- Técnica proporcional y de regulación
- Técnica de vacío
- Nuevos accionamientos en la neumática
- Sensores en la neumática
- Seguridad en sistemas neumáticos
- Hidráulica móvil

- Electrotécnica, electrónica
- Conexiones con contacto

Material didáctico que incluye:

- Láminas, figuras, animaciones, planos seccionados, secuencias de vídeo
- Descripción de los modelos físico matemáticos de simulación
- Programa didáctico para principiantes
- Detalles de todos los componentes pulsando un botón
- Presentaciones de muestra terminadas para su curso
- Cambio de idioma en tiempo real
- Multilingüe estándar/alemán/inglés

Cómoda documentación:

- Administración de proyectos, hojas de planos.
- Marcos de dibujo individuales disponibles en todos los tamaños.
- Listas de piezas automáticas, numeración de las líneas de corriente, tablas de elementos de conmutación, diagramas de bornes, cables, listas de cableado y tubos flexibles.
- Exportación en todos los formatos habituales.

Uso doméstico:

- Nueva ampliación para la administración de usuarios externos por Internet.
- Administración de los grupos de estudio.
- Funciones integradas de chat.
- Sencilla administración por parte del tutor.

Requisitos del sistema

- Windows XP/Vista/7/8/10
- Procesador de, como mínimo, 1 gigahercio
- Como mínimo, 1 GB de RAM
- Procesador de doble núcleo recomendado
- Para descargar el programa ingresar a la página www.festo.com/didactic

4.2.2. Introducción a la simulación y construcción de circuitos

Arranque el programa Didacta FluidSIM a través del menú de inicio, tras unos segundos aparecerá en su pantalla la superficie de trabajo.

Tabla XV. Barra de símbolos

Figura	Descripción
	Circuito nuevo, mostrar, abrir y guardar circuito. Para empezar a realizar cualquier circuito se debe dar clic en el icono de página en blanco
	Imprimir el contenido de la ventana circuitos, imágenes de componentes
	Modificaciones de circuitos
	Alineación de objetos
	Insertar plantilla de cuadrícula
	Visión zoom de circuitos, imágenes de componentes y otras ventanas
	Comprobación gráfica de circuitos
	Simulación de circuitos, manipulación de animaciones (funciones básicas)
	Simulación de circuitos, manipulación de animaciones (funciones añadidas)

Fuente: elaboración propia.

Según donde aparezca contenido de la ventana, acción del usuario y contexto - simulación y creación de circuitos, visión de una animación. Muestra solo una parte de las funciones aplicables aquí con éxito. El programa reconoce las posibles acciones del usuario en cada momento y desactiva en la lista de símbolos los circuitos inoportunos.

Se concuerdan en el momento los menús de contexto con los respectivos contenidos de la ventana; es decir, contienen la parte necesaria de registros del menú principal.

En el borde inferior de la ventana se encuentra un indicador de estado que le informa durante el manejo del programa Didacta FluidSim acerca de los cálculos y acciones actuales. En el modo de edición se inserta la denominación de los componentes en aquellos que se encuentren bajo el indicador del ratón.

Los planos de circuito, la lista de menú y las barras de rotación Scrollbars se incluyen en el programa.

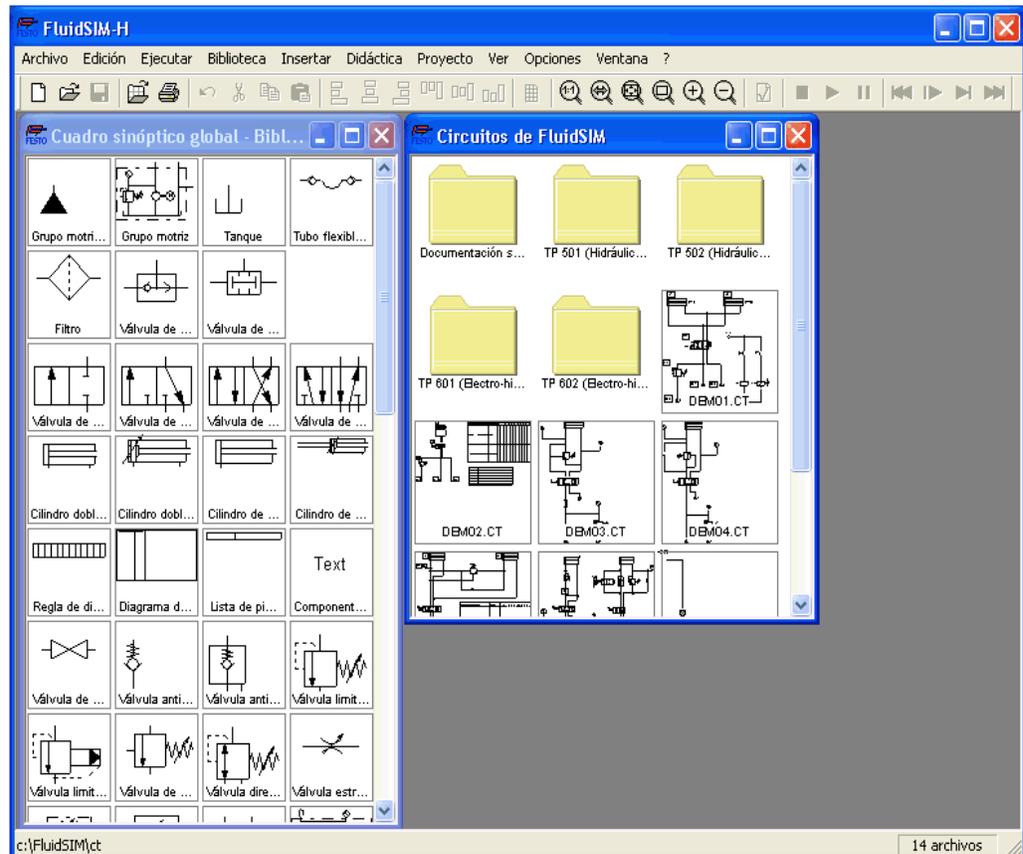
Simulación de los circuitos incluidos

Con el disquete de instalación del programa Didacta FluidSIM se incluye un conjunto de circuitos ejecutables. Se trata aquí de los circuitos que son parte de las existencias de los contenidos didácticos y que son explicados más concretamente en los libros de trabajo *Hidráulica elemental TP 501* y *Electrohidráulica elemental TP 601*.

La versión escolar del programa contiene en su biblioteca de circuitos, solo 10 del total de 115 circuitos. Estos circuitos pueden cargarse y simularse de la siguiente forma:

Haga clic sobre o escoja en el menú Archivo la entrada Presentación preliminar del circuito. Aparecen varias ventanas de visión conjunta de circuitos:

Figura 53. Pantalla de superficie de trabajo



Fuente: programa Didacta FluidSim.

Cada ventana de visión conjunta de circuitos indica, de forma reducida y por orden alfabético, los planos de la lista de circuitos. En la lista de títulos de una ventana de visión conjunta se incluye el nombre del directorio correspondiente.

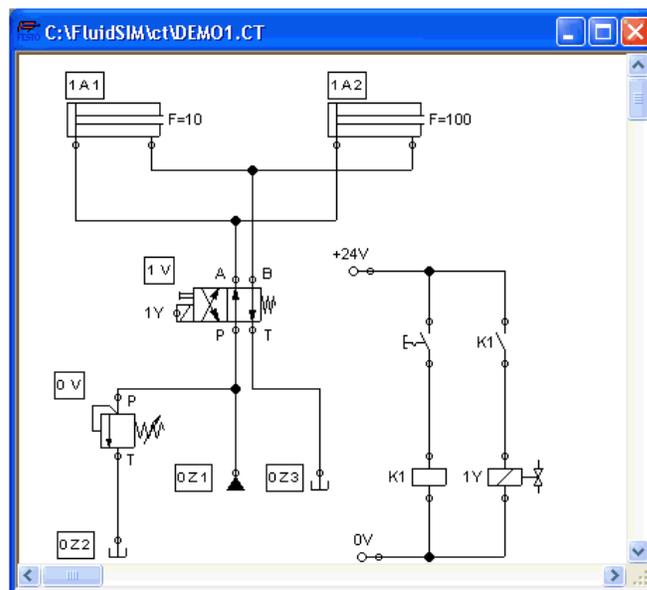
Los nombres de los archivos guardados tienen la extensión de archivo ct. A través de un doble clic del cursor sobre los símbolos de carpetas llegará a los correspondientes subdirectorios.

En el subdirectorio ct del directorio de instalación fl_sim_h pueden abrirse otros subdirectorios para grabar los diferentes circuitos. El programa reconoce todos los directorios de circuitos y genera para ello los correspondientes símbolos de carpetas. Escoja el circuito haciendo doble clic sobre el icono del circuito correspondiente.

También puede abrir circuitos sin que medie la visión conjunta de circuito con la ayuda de la ventana de selección de archivo haciendo clic sobre o a través de la elección de la entrada Abrir, en el menú Archivo, se muestra la ventana de selección de archivo. En esa ventana de selección se abre, mediante doble clic sobre el nombre del archivo, el circuito correspondiente.

En ambos casos se carga el circuito elegido y se presenta en una nueva ventana:

Figura 54. **Ventana de circuito elegido**

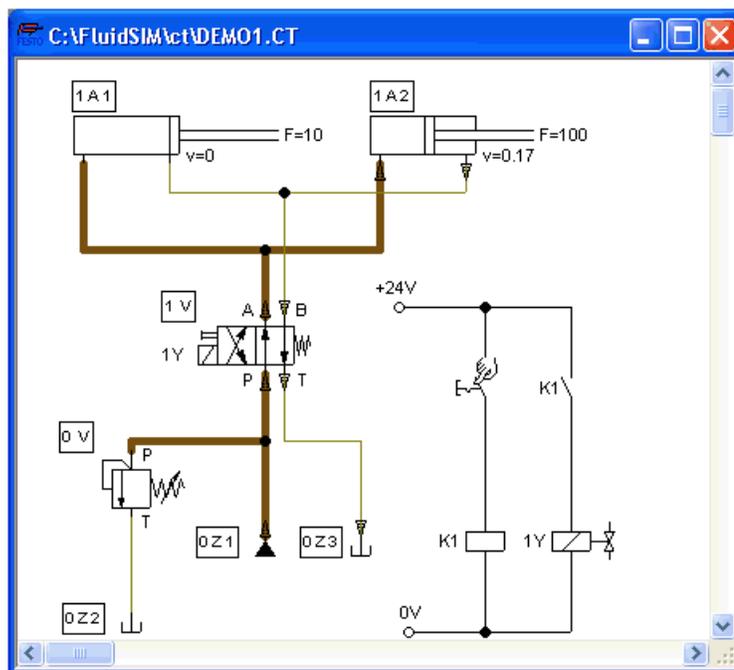


Fuente: programa Didacta FluidSim.

Haga clic sobre  o sobre Ejecutar- Iniciar, o pulse simplemente la tecla F9. El programa conecta el modo de simulación y comienza la simulación del circuito. En el modo de simulación, el señalizador del ratón se convierte en una mano. Durante la simulación, se calculan de inmediato las medidas eléctricas. A continuación se procede a una construcción modelo simple para el circuito hidráulico y sobre esto se calcula lo necesario para una distribución cualitativa de presión y de flujo para el circuito.

La construcción de un modelo es dificultosa. Esta puede necesitar según la complejidad del circuito y la capacidad del ordenador varios segundos. Tan pronto como se presenten todos los resultados, aparecerán, uno tras otro, los cilindros y los conductos coloreados:

Figura 55. **Ventana de circuito elegido con conductos coloreados**



Fuente: programa Didacta FluidSim.

Los colores de los conductos tienen el siguiente significado:

Tabla XVI. **Color de los conductos eléctricos e hidráulicos**

Color	Significado
Rojo oscuro	Conducto hidráulico
Ocre	Presión ≥ 50 % de presión máxima conducto hidráulico
Rojo claro	Presión < 50 % de presión máxima conducto eléctrico cargado

Fuente: programa Didacta FluidSim.

Se podrá modificar la clasificación de colores según se desee a través de Opciones apartado Simulación. El diferente grosor de los conductos hidráulicos de color rojo oscuro corresponde a la altura piezométrica relativa para la presión máxima actual. Se distingue entre tres diferentes grosores de conductos:

Tabla XVII. **Significado de los grosores de conductos**

Grosor	Significado
	Presión ≥ 50 % y < 75 % de presión máxima
	Presión ≥ 75 % y < 90 % de presión máxima
	Presión ≥ 90 % de presión máxima

Fuente: programa Didacta FluidSim.

Los valores exactos de presión, fluido y corriente, se muestran en los aparatos de medición. El capítulo Unidades de medida describe cómo puede hacer que se muestren las medidas de estado seleccionadas en el circuito sin emplear un aparato de medición.

La simulación se basa en diferentes modelos físicos que son equiparados con componentes hidráulicos de los valores calculados deberían por ello concordar en gran parte con los valores medidos por el usuario.

Considérese, en caso de ajuste, que las mediciones pueden estar sujetas, en la práctica, a fuertes oscilaciones. Las causas se extienden aquí, desde la tolerancia de la pieza de construcción, hasta la temperatura del aceite.

El cálculo de las medidas de estado crea también la base para una animación del cilindro exacta y proporcional en el tiempo.

La proporción temporal garantiza lo siguiente: si se procede en la realidad de un cilindro al doble de rapidez que en la de otro, esto sucederá también en la animación. En otras palabras: se mantiene la proporción real en la simulación.

Las válvulas y los interruptores accionados manualmente pueden ser conmutados mediante un clic del ratón:

- Señale con la flecha del ratón el interruptor de la izquierda.
- El indicador del ratón señalará con el símbolo, que el interruptor que está bajo él puede ser accionado.
- Haga clic sobre el interruptor.

Haga clic con el ratón sobre un interruptor de accionamiento manual y se emulará su comportamiento real. En el ejemplo se cierra el interruptor accionado y se inicia automáticamente un nuevo cálculo. Tras este cálculo se señala la nueva presión y los valores de fluido; los cilindros avanzan.

La conmutación de componentes solo es posible si se está produciendo una simulación () o si se ha detenido ésta ()

Si desea simular otro circuito, no es necesario cerrar el actual. El programa permite abrir varios circuitos a la vez y es capaz de simular varios circuitos al mismo tiempo.

Haga clic con el ratón sobre  o sobre Ejecutar- Stop, para desconectar el circuito actual del modo de simulación y volver al modo de edición.

A través de la conexión del modo de simulación en el modo de edición, vuelven todos los componentes automáticamente a su estado normal. Es decir, los interruptores se conmutan en su posición inicial; las válvulas se accionan en la posición de reposo; los pistones de cilindro vuelven a su posición preestablecida por defecto y todas las medidas de estado calculadas se borran.

A través de un clic sobre  o bien sobre Ejecutar- Pausa ó F7, puede ir del modo de edición al de simulación sin iniciar una simulación. Esto es interesante en caso de que desee conectar los componentes antes de iniciar la simulación.

Accionamiento simultáneo de varios componentes

Para accionar al mismo tiempo, en el modo de simulación, varios manipuladores o válvulas de retorno por resorte, es posible permutarlos en un estado de accionamiento continuo. Un manipulador o una válvula de accionamiento manual se accionan continuamente a través de un clic y de la

presión simultánea de la tecla Shift. Ese accionamiento continuo se libera tras un simple clic sobre el componente.

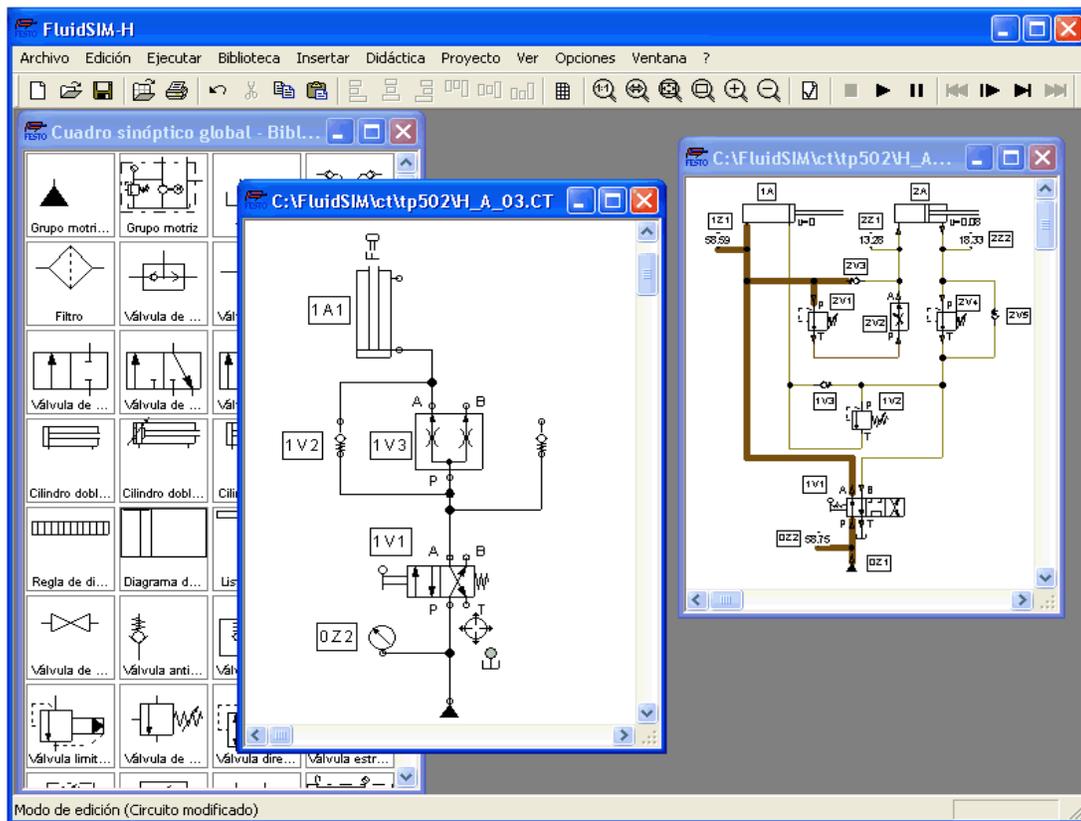
Conmutación en el modo de edición

Si un componente es arrastrado desde la biblioteca de componentes al circuito, mientras que la simulación está en pausa  acciona automáticamente el modo de edición.

Edición paralela en la simulación

Se pueden abrir varios circuitos a la vez. Cada uno de ellos puede ser tanto simulado como editado. Es decir, la conmutación desde el modo de simulación al modo de edición se refiere siempre en concreto a la ventana actual del circuito. Este concepto hace posible editar un circuito mientras que, al fondo, tiene lugar la simulación de otros circuitos:

Figura 56. Ventanas de edición y simulación



Fuente: programa Didacta FluidSim.

La simulación de circuitos hidráulicos es, por naturaleza, muy costosa. Por ello, la edición de un nuevo circuito sobre simulaciones simultáneas puede resultar algo lenta si se dispone de un disco de poca capacidad. En este caso, para hacer más fluida la edición, deben detenerse las simulaciones del fondo.

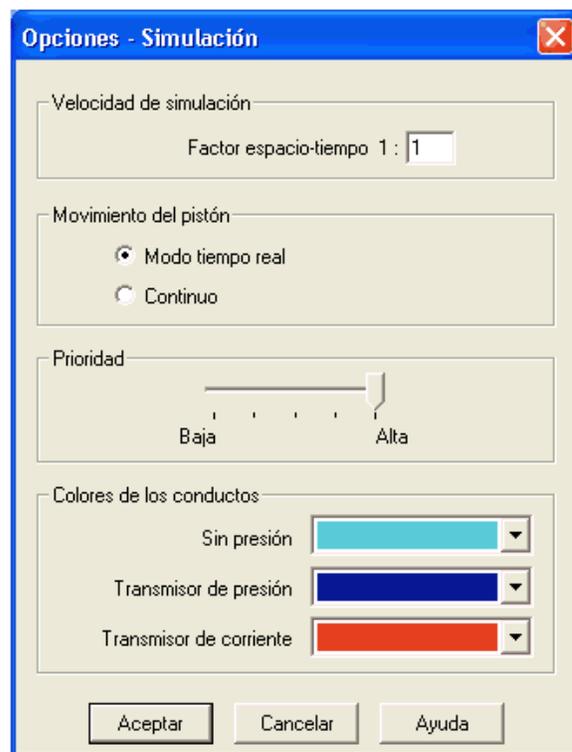
Configuraciones para la simulación

En el menú Opciones pueden configurarse para la simulación, bajo simulación y sonido, parámetros y opciones.

Opciones de simulación

Si usted hace clic sobre opciones simulación, aparecerá una ventana de diálogo con los parámetros respectivos:

Figura 57. **Ventanas de opciones de simulación**



Fuente: Programa Didacta FluidSim.

Descripción del cuadro de diálogo:

Factor espacio-tiempo: el factor de espacio-tiempo define bajo qué condiciones debe correr la simulación más lentamente que en la realidad. Esto significa que para un factor de espacio-tiempo de 1:1, será la simulación tan rápida, o tan lenta, como en la realidad.

Movimiento del pistón

Con la inserción de la configuración Modo tiempo real, se pretende que el pistón funcione tan rápido como en la realidad. El factor de extensión de tiempo es aquí tomado en cuenta. Sin embargo, el mantenimiento del tiempo real es solo posible en ordenadores con capacidad suficiente para ello.

La configuración Fluido utiliza por completo toda la capacidad de que dispone el disco. Aquí la meta será un movimiento sin interrupciones. El movimiento del pistón señalado puede, pues, ser tan rápido o tan lento como el real.

CONCLUSIONES

1. Al terminar de leer el presente trabajo el estudiante de ingeniería mecánica, será capaz de utilizar el software FluidSim para elaborar diagramas de máquinas que posean sistemas oleohidráulicos.
2. Un sistema oleohidráulico eficiente es aquel donde se mezcla diseño e ingeniería, para aprovechar al máximo las fuerzas de este y no realizar gastos en compra de equipos grandes que no serán aprovechados como el caso de las bombas oleohidráulicas.
3. Es de obligación la interpretación de los diagramas oleohidráulicos, ya que cualquier máquina pesada trae consigo sus diagramas en la parte de manual de mantenimiento.
4. El mundo de aceites es amplio, por lo cual se debe conocer las aplicaciones de aceites y evitar daños en la maquinaria.
5. La fuerza oleohidráulica es capaz de levantar pesos de hasta 60 toneladas, por lo tanto hay que conocerla bien para evitar accidentes, daños ambientales o averías en la maquinaria que se tenga a cargo.

RECOMENDACIONES

Una vez el estudiante habiendo leído el material de apoyo para un curso de oleohidráulica para Ingeniería Mecánica se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. La explicación de las válvulas es la base para interpretar otros tipos más complejos de sistemas oleohidráulicos.
2. Para aumentar la eficiencia de los sistemas oleohidráulicos hay que tomar en cuenta el volumen de aceite que ocupan las mangueras para el diseño de tanque.
3. Para la mejor interpretación de diagramas oleohidráulicos se recomienda consultar las normas ISO 1219-1 y 1219-2.
4. Consultar la norma ISO 6743/4, así como las especificaciones del fabricante en cuanto a aceites, para seleccionar el aceite más adecuado por utilizar, según el trabajo que se realice.
5. Mantener buena comunicación entre las áreas involucradas en el proyecto, para alcanzar la ejecución del mismo con éxito.

BIBLIOGRAFÍA

1. BASEP. *Electroválvula*. [en línea] disponible en web: <<https://basepltda.com/productos/electrovalvula-neumatica>>. [Consulta: mayo de 2018].
2. CARNICER ROYO, Enrique. *Oleohidráulica conceptos básicos*. 2a. ed. España: Paraninfo, 1998. 184 p.
3. CORROBES MAESO, Marcial y RODRÍGUEZ GARCÍA, Félix. *Manual de Mecánica Industrial*, Tomo II. Madrid: Editorial Cultural, S.A 2000.
4. *Electrohidráulica nivel básico*. FESTO Didactic, 1994. 201 p.
5. FESTO. *Curso de hidráulica para formación profesional*. Edición 1992.
6. FESTO. *Especificaciones técnicas de equipo*. [en línea]. <<https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/mobiliario-de-practicas/universal-laboratory-furniture/learntop/lerntop-s,el-sistema-de-fijacion-desobremesa-debajocoste.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xOC43NDEuODQ3Mg>>. [Consulta: julio de 2018].
7. LANDIN, Pedro. *Conceptos oleohidráulica*. [en línea]. <https://issuu.com/nhuartet/docs/t4_neum_c3_a1ticav_2011-2012>. [Consulta: mayo 2018].
8. *Manual de hidráulica industrial 935100-A*. México: Blume, 1984. 302 p.

9. *Manual técnico de sistemas hidráulicos*. Guatemala: Intecap, 2005.135p.
10. MERKLE, David, SCHARDER, Brune, THOMES, Michael. *Hidráulica nivel básico*. Festo Didactic, México: 1989. 407 p.
11. ORDUÑA, Rubio. *Tanque hidráulico*. [en línea]. <<https://es.scribd.com/doc/111585466/Tanque-Hidraulico>>. [Consulta: enero de 2018].
12. PENSE PARKER, Hannifin. *Tecnología electromecánica*. Brasil: Parker Automation, 2003. 54 p.
13. RINCÓN, José. *Simbologías*. [en línea]. <http://www.academia.edu/16308574/SIMBOLOGIA_NORMALIZADA_DE_NEUMATICA_E_HIDRAULICA>. [Consulta: junio de 2018].
14. RODRÍGUEZ AGUDELO, Daniel, SIERRA PIÑUELA; Carlos A. *Tutorial virtual*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogota, Colombia, 2002. 258 p.
15. SERRANO, Luis. *Figuras*. [en línea]. <<http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/4-circuitos-hidraulicos-y.html?m=1>>. [Consulta: octubre de 2018].
16. SERRANO, Nicolás. *Oleohidráulica*. Madrid: España, McGrawHill Interamericana, 2002. 483 p.
17. SIM NARASIMHAN, Dennis. *Oleohidráulica básica y diseño de circuitos*, 2a. ed. México: Ediciones UPC, 1998. 247 p.

18. TURMERO, Pablo. *Circuitos hidráulicos*. [en línea]. <[Http://m.monografias.com/trabajos104/fluidos-hidraulicos/fluidos-hidraulicos.shtml](http://m.monografias.com/trabajos104/fluidos-hidraulicos/fluidos-hidraulicos.shtml) >. [Consulta: mayo de 2018].

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas de equipo a utilizar

Se describen a continuación las especificaciones técnicas del equipo para el laboratorio del curso de oleohidráulica, el cual se mencionó en la parte de costos capítulo 4, según cotización de la empresa Acisa la cual se menciona en este trabajo de tesis:

Bancos didácticos hidráulicos

Los bancos didácticos tienen como objetivo facilitar el aprendizaje de sistemas hidráulicos a los estudiantes de programas profesionales, tecnológicos y técnicos en mecánica, mecatrónica o afines, a través de la práctica de los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

Los bancos didácticos hidráulicos contienen todos los componentes necesarios para simular los circuitos más utilizados en la industria y vienen acompañados de un manual de operación y mantenimiento y un manual de ejercicios que guían al estudiante al conocimiento y aplicación de cada uno de los elementos.

El sistema didáctico está diseñado para que sea fácil de operar y está conformado por los siguientes sistemas:

Estructura: los bancos didácticos hidráulicos son fabricados con perfiles de aluminio de primera calidad, con medidas aproximadas de 1600 mm de largo x

Continuación del Anexo 1

1000 mm de ancho x 2000 mm de altura y posee 4 ruedas con frenos para facilitar su movilidad.

Panel de trabajo: los bancos didácticos hidráulicos cuentan con dos paneles de trabajo los cuales sirven de soporte para todos los componentes utilizados en el sistema (bloques de control, filtro, válvulas reguladoras y direccionales, actuadores lineales y rotativos, instrumentación).

Tablero de control: los bancos didácticos hidráulicos se controlan a través de un tablero de control que consta de una pantalla táctil, selectores y lámparas que permiten accionar los diferentes componentes del sistema didáctico.

Características de los bancos didácticos hidráulicos

- Diseño del banco modular de acuerdo a los requerimientos del cliente.
- Estructura por módulos con panel de trabajo doble (para trabajo de 6-8 personas).
- Manual de operación y mantenimiento de los equipos.
- Guía de ejercicios del estudiante con ejercicios prácticos.
- Productos de alta calidad a precio competitivo fabricados por compañías reconocidas a nivel mundial.

Anexo 2. Lerntop sistema de sobremesa

8062672	Lerntop sistema de sobremesa
<p>La introducción de bajo coste al mundo de los equipos didácticos de Festo Didactic. Disfrute de las ventajas de la placa perfilada y de el bastidor de montaje ER al realizar su formación neumática, hidráulica, de sensores y PLS. Los dispositivos se pueden configurar de forma clara y garantizan una posición de trabajo ergonómica incluso en sus mesas y bancos de trabajo.</p> <p>Se incluyen los elementos para el montaje y las instrucciones para el montaje de las superficies de trabajo. Se recomienda asegurar Learntop a la mesa y banco de trabajo por razones de seguridad.</p> <p>El sistema versátil de sobremesa con bastidor de montaje ER, para todas las tecnologías.</p> 	<p>Móvil: se puede ajustar de forma sencilla al banco o una mesa de trabajo existente.</p> <p>Versátil: para uso mono o bilateral</p> <p>Ergonómico: la superficie de trabajo en ángulo permite ensamblar fácilmente los componentes.</p> <p>Dimensiones (W x H x D): 1110 x 525 x 980 mm</p> <p>Permite alojar hasta 4 placas perfiladas de tamaño 350 x 1100 mm (n.º de art. 162360) o 2 placas perfiladas de 700 x 1100 mm (n.º de art. 159411)</p> <p>Permite alojar hasta 2 placas perfiladas de tamaño 350 x 1100 mm (n.º de art. 162360) y 2 placas de montaje ranuradas para Learntop-S para montaje de componentes de sujeción Quick-Fix, una en cada lado.</p> <p>Placas perfiladas no incluidas.</p> <p>Accesorios</p> <p>Rejilla para cables (n.º de art. 535812)</p> <p>Soporte para tubos flexibles hidráulicos (n.º de art. 539737)</p> <p>Bandeja de recogida de aceite (n.º de art. 357283)</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/mobiliario-de-practicas/universal-laboratory-furniture/learntop/learntop-s,el-sistema-de-fijacion-de-sobremesa-de-bajo-coste.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC43NDEuODQ3Mg>. [Consulta: julio de 2018].

Anexo 3. **Mangueras con acoplamientos rápidos**

159386	Mangueras con acoplamientos rápidos
<p>La manguera de alta presión consta de tres capas: la capa más interna es de goma sintética, seguida por una malla de alambre y una funda de goma sintética resistente a la abrasión.</p> 	<p>Los acoplamientos rápidos son autosellantes cuando se desacoplan. Utilizado con una boquilla de acoplamiento, los zócalos forman una unión sellada estanca. Durante el proceso de acoplamiento, sólo la cara del acoplamiento se ensucia de aceite. El acoplamiento y desacoplamiento sólo son posibles cuando la manguera se halla sin presión.</p> <p>Presión de funcionamiento 6 MPa (60 bar) Presión máx. admisible 12 MPa (120 bar) Margen de temperatura -40 – + 125 °C Radio de doblado mínimo 100 mm DN 06 (Ø 6,3 mm)</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/accesorios/general/mangueras-con-acoplamientos-rapidos.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NTUuMzU2NA>. [Consulta: julio de 2018].

Anexo 4. **Grupo hidráulico con una bomba cilindrada constante**

8065040	Grupo hidráulico con una bomba de cilindrada constante
<p>Ideal para puestos de trabajo hidráulicos individuales en todos los ensayos con los equipos estándar TP 500, TP 600 y la estación de punzonado MPS</p> <p>Presión de funcionamiento: 6 MPa (60 bar)</p> <p>Motor: corriente alterna monofásica con protección de sobrecarga, condensador de arranque e interruptor on/off</p> 	<p>Depósito: 5 l de volumen, mirilla, indicador de temperatura y tornillo de purga</p> <p>Filtro de aire y de retorno</p> <p>Boquillas de acoplamiento auto obturadoras con fuga de aceite reducida para P y T</p> <p>Zócalo de conexión para retorno sin presión</p> <p>Brida para conexión a recipiente calibrado</p> <p>Dimensiones: 580 x 300 x 180 mm (An x Pr x Al)</p> <p>Peso: 19 kg (vacía)</p> <p>Variante corriente alterna monofásica, 230 V/50 Hz</p> <p>Potencia nominal: 650 W</p> <p>Caudal: 2,3 l/min</p> <p>Variante corriente alterna monofásica, 120 V/60 Hz</p> <p>Potencia nominal: 450 W</p> <p>Caudal: 2,7 l/min (0.7 gpm)</p> <p>Nota: generalmente suministramos los grupos</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/hidraulica/grupos-hidraulicos/grupo-hidraulico-con-una-bomba-de-cilindrada-constante.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NTkuMzUzNQ.> [Consulta: julio de 2018].

Anexo 5. **Equipo suplementario de hidráulica**

573039	Equipo suplementario de Hidráulica, Nivel básico TP 501 a Electrohidráulica, Nivel básico TP 601
<p>Para los objetivos didácticos, véase el equipo de Electrohidráulica Nivel básico TP 601.</p> <p>Los componentes más importantes en conjunto</p> <p>Relé, triple (Nº de artículo 162241) Entrada de señales eléctricas (Nº de artículo 162242)</p> 	<p>Final de carrera eléctrico, accionado por la izquierda (Nº de artículo 183322)</p> <p>Final de carrera eléctrico, accionado por la derecha (Nº de artículo 183345)</p> <p>Válvula de doble bobina de 4/2 vías, con enclavamiento (Nº de artículo 544352)</p> <p>Electroválvula de 4/2 vías, con reposición por muelle (Nº de artículo 544346)</p> <p>Electroválvula de 4/3 vías, posición centro cerrado (Nº de artículo 544347)</p> <p>Cilindro diferencial 16/10/200 con cubierta (Nº de artículo 572746)</p> <p>Kit de montaje para cilindros (Nº de artículo 544371)</p> <p>Presostato, electrónico (Nº de artículo 548612)</p> <p>Detector de posición electrónico (Nº de artículo 2342009)</p> <p>Conector en T (Nº de artículo 152847)</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/hidraulica/equipos-de-practicas/equipo-suplementario-de-hidraulica,nivel-basico-tp-501-a-electrohidraulica,nivel-basico-tp-601.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NTYuNzYwNg>. [Consulta: julio de 2018].

Anexo 6. **Fuente de alimentación para bastidor de montaje**

162411	Fuente de alimentación para bastidor de montaje
	<p>Tensión de entrada: 85 – 265 V AC (47 – 63 Hz) Tensión de salida: 24 V DC, a prueba de cortocircuitos Corriente de salida: máx. 4 A Dimensiones: 170 x 240 x 92 mm</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/accesorios/general/fuente-de-alimentacion-para-bastidor-de-montaje.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NTUuMzU4Mg>. [Consulta: julio de 2018].

Anexo 7. **Cables de laboratorio de seguridad de 4 mm**

167091	Cables de laboratorio de seguridad de 4 mm, 98 unidades, en rojo y azul
	<p>Juego completo, compuesto por 98 cables de laboratorio de seguridad con clavijas de seguridad de 4 mm en rojo y en azul:</p> <ul style="list-style-type: none"> 10 unid. en rojo, 50 mm 10 unid. en azul, 50 mm 26 unid. en rojo, 300 mm 11 unid. en azul, 300 mm 21 unid. en rojo, 500 mm 12 unid. en azul, 500 mm 3 unid. en rojo, 1000 mm 3 unid. en azul, 1000 mm 1 unid. en rojo, 1500 mm 1 unid. en azul, 1500 mm <p>Conectores con vaina protectora rígida y conector axial tipo zócalo</p> <p>Sección de cable: 1 mm²</p> <p>Carga admisible: 16 A</p> <p>Para el tercer color de cable son adecuados los cables de laboratorio de seguridad, 47 unidades, en negro (nº de art. 572096).</p>

Fuente: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/accesorios/general/cables-de-laboratorio-de-seguridad-de-4-mm,98-unidades,en-rojo-y-azul.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NTUuMTAyOTg2>. [Consulta: julio de 2018].