



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

1

Implementación del sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Chiluiza Vargas, Kevin Paúl

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

Latacunga

7 Septiembre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Certificación

Certifico que la monografía, **“Implementación del sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** fue realizado por el señor **Chiluiza Vargas, Kevin Paul** la cual ha sido revisada y sido revisado en su totalidad y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Septiembre del 2021

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

C.C 172009123-8

Urkund Analysis Result



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Chiluiza Vargas, Kevin Paúl.pdf (D110255229)
Submitted: 7/8/2021 1:28:00 AM
Submitted By: kpchiluiza@espe.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

TRABAJO TITULACIÓN - FABRICIO TUFIÑO.docx (D20121385)
U P H.docx (D10070363)
<https://core.ac.uk/download/pdf/198122499.pdf>
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/13859/1/Jos%C3%A9%20Antonio%20Larra%C3%B1aga%20Saavedra.pdf>
<http://www.ceduc.cl/aula/lebu/materiales/IC/IC-410/MANUAL%20DEL%20ESTUDIANTE%20HIDRAULICO.pdf>
<https://slideplayer.es/slide/13916370/>
<https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>
<https://pdfcoffee.com/56774982-manual-de-oleohidraulica-industrial-vickerspdf-5-pdf-free.html>
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3793/6/UPS-KT00037.pdf>

Instances where selected sources appear:

16

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jaime Eduardo León Almeida", written over a horizontal line.

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Yo, **Chiluiza Vargas, Kevin Paúl**, con cédula de identidad N°175076000-9; declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Implementación del sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, Septiembre del 2021

Chiluiza Vargas, Kevin Paúl

C.C. 175076000-9



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Yo, **Chiluiza Vargas, Kevin Paúl**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **"Implementación del sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Chiluiza Vargas Kevin Paúl

C.I: 175076000-9

Dedicatoria

Mediante el presente proyecto doy gracias a Dios por ser un compañero único que me a brindando sus bendiciones ayudándome a atravesar todos los obstáculos que se presentan en la vida.

Doy gracias a mis padres Jorge y Cristina por ser una fuente de inspiración desde el inicio de mis estudios los cuales me brindaron su amor y su apoyo incondicional económicamente y moralmente.

Chiluiza Vargas Kevin Paúl

Agradecimiento

Ante todo, agradezco a Dios, por ser un guía único en mi camino estudiantil fortaleciéndome y brindándome sus bendiciones y cuidándome a mi familia los cuales fueron una inspiración para cumplir mis objetivos y metas.

Mi gratitud y agradecimiento hacia las autoridades que forman parte de la Ilustre Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, por haberme permitido ser parte de su institución formando excelentes profesionales en diversas especialidades.

De igual manera agradezco a mi tutor de tesis, por guiarme en el proceso de mi proyecto brindándome sus conocimientos, sus valores y sus virtudes de un buen profesional preparándome para el campo laboral.

Chiluza Vargas Kevin Paúl

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Urkund analysis result	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de figuras	13
Índice de tablas	16
Resumen	17
Abstract.....	18
Panteamiento del problema.....	19
Antecedentes	19
Planteamiento del problema	20
Justificación.....	21
Objetivos	22
<i>Objetivo general.....</i>	22
<i>Objetivos específicos</i>	22

Alcance	23
Marco teórico.....	24
Hidráulica	24
Principios hidráulicos	24
<i>Principio de pascal</i>	25
<i>Teorema de bernoulli</i>	27
Componentes de un sistema hidráulico	28
Cilindro hidráulico	29
<i>Componentes del cilindro hidráulico</i>	29
Depósito o Tanque hidráulico	30
Bomba Hidráulica.....	31
<i>Bombas de caudal fijo</i>	32
<i>Bombas de caudal variable</i>	33
<i>Bombas de engranajes</i>	35
<i>Bombas de paletas</i>	36
<i>Bombas de pistón</i>	37
Acumulador	38
Válvulas.....	42
<i>Válvulas de control de dirección</i>	42
<i>Válvula de control de presión</i>	43
<i>Válvula de bola</i>	45
<i>Válvulas de control de flujo</i>	45
Filtros para maquinaria pesada	46
Líneas hidráulicas.....	49

	10
<i>Mangueras hidráulicas de baja presión</i>	51
<i>Mangueras hidráulicas de mediana presión</i>	51
<i>Mangueras hidráulicas de alta presión</i>	51
<i>Mangueras hidráulicas de muy alta y extrema presión</i>	52
Manómetros de presión	52
<i>Manómetros con glicerina (serie G)</i>	53
<i>Ciclos frecuentes (serie H)</i>	53
Enfriadores Hidráulicos	54
<i>Aplicaciones</i>	54
<i>Tipos de enfriadores</i>	55
Acoples hidráulicos	57
Motor hidráulico	59
<i>Diferencia entre motor y bomba</i>	59
Simbología hidráulica	60
Fluidos hidráulicos para maquinaria pesada	64
<i>Propiedades de los fluidos hidráulicos</i>	64
<i>Tipos de fluidos utilizados en maquinaria pesada</i>	67
Hidráulica en maquinaria pesada	68
Desarrollo del tema	70
Simulación del sistema hidráulico.	70
<i>Simulación de circuito de fuerza</i>	70
<i>Simulación de circuito de motores hidráulicos de giro.</i>	71
<i>Simulación de conexión del circuito de la pala hidráulica</i>	76
<i>Simulación del circuito del cucharón del sistema hidráulico</i>	78

	11
Selección de los elementos hidráulicos.....	80
<i>Bomba hidráulica.....</i>	<i>80</i>
<i>Deposito hidráulico</i>	<i>83</i>
<i>Líneas hidráulicas.....</i>	<i>87</i>
<i>Acoples hidráulicos.....</i>	<i>89</i>
<i>Motores hidráulicos.....</i>	<i>90</i>
<i>Cilindros hidráulicos</i>	<i>92</i>
<i>Electroválvulas</i>	<i>94</i>
Montaje de componentes hidráulicos seleccionados.....	96
<i>Montaje del tanque hidráulico.....</i>	<i>96</i>
<i>Montaje de bomba Rexroth hidráulica.....</i>	<i>98</i>
<i>Montaje de válvulas direccionales o electroválvulas</i>	<i>100</i>
<i>Montaje de motores hidráulicos</i>	<i>102</i>
<i>Montaje de líneas hidráulicas con sus respectivos acoples.</i>	<i>106</i>
<i>Montaje de cilindros hidráulicos</i>	<i>109</i>
Prueba de funcionamiento.....	110
Prueba de funcionamiento de la bomba hidráulica.....	110
Prueba de funcionamiento de electroválvulas hidráulicas	111
Prueba de funcionamiento de motores hidráulicos	112
Prueba de funcionamiento de cilindros hidráulicos	114
Marco administrativo	117
Recursos humanos	117
Recursos tecnológicos	118
Recursos Materiales	118

	12
Presupuesto	119
Conclusiones y recomendaciones	121
Conclusiones	121
Recomendaciones	122
Bibliografía.....	123
Anexo	129

Índice de figuras

Figura 1 <i>Principio de Pascal</i>	26
Figura 2 <i>Teorema de Bernoulli</i>	28
Figura 3 <i>Cilindro Hidráulico</i>	30
Figura 4 <i>Depósito Hidráulico</i>	31
Figura 5 <i>Bomba Hidráulica</i>	32
Figura 6 <i>Bomba de caudal fijo</i>	33
Figura 7 <i>Bomba de caudal variable</i>	34
Figura 8 <i>Bomba de engranajes</i>	35
Figura 9 <i>Bomba de paletas</i>	36
Figura 10 <i>Bomba de pistones</i>	37
Figura 11 <i>Acumuladores hidráulicos</i>	39
Figura 12 <i>Acumuladores hidráulicos</i>	42
Figura 13 <i>Válvula de control de dirección</i>	43
Figura 14 <i>Válvulas de presión</i>	44
Figura 15 <i>Válvulas de control de flujo</i>	46
Figura 16 <i>Filtro</i>	47
Figura 17 <i>Sistema hidráulico</i>	49
Figura 18 <i>Mangueras de alta presión</i>	50
Figura 19 <i>Manómetros</i>	54
Figura 20 <i>Enfriador de aire a aceite</i>	56
Figura 21 <i>Enfriador de agua a aceite</i>	56
Figura 22 <i>Acoplamientos Rebordeados</i>	58
Figura 23 <i>Acoplamiento tipo tornillo</i>	58

	14
Figura 24 <i>Bomba y motor hidráulico</i>	59
Figura 25 <i>Líquido hidráulico</i>	68
Figura 26 <i>Maquinaria pesada</i>	69
Figura 27 <i>Simulación de circuito de potencia del sistema hidráulico</i>	71
Figura 28 <i>Simulación de circuito de motores hidráulicos</i>	72
Figura 29 <i>Giro de motor, adelante</i>	73
Figura 30 <i>Movimiento de motores, atrás</i>	74
Figura 31 <i>Movimiento de motor, Izquierda</i>	74
Figura 32 <i>Movimiento motor, derecha</i>	75
Figura 34 <i>Cilindros de los brazos de la pala</i>	76
Figura 35 <i>Cilindro Pala</i>	77
Figura 36 <i>Simulación de circuito del brazo, pluma y cucharón</i>	78
Figura 37 <i>Circuito hidráulico de herramientas de la retroexcavadora</i>	79
Figura 38 <i>Diseño de depósito en software Solidworks</i>	86
Figura 39 <i>Aceite hidráulico</i>	97
Figura 40 <i>Montaje del depósito</i>	97
Figura 41 <i>Perforación del volante de inercia para adaptación</i>	98
Figura 42 <i>Montaje base rectangular con pernos al motor</i>	99
Figura 43 <i>Montaje de la bomba hidráulica</i>	100
Figura 44 <i>Válvulas direccionales – Electroválvulas</i>	101
Figura 45 <i>Válvula reguladora manual</i>	102
Figura 46 <i>Bases para el montaje de los motores hidráulico</i>	103
Figura 47 <i>Montaje de motor hidráulico a la base</i>	104
Figura 48 <i>Montaje de base con motor al bastidor</i>	105
Figura 49 <i>Montaje cadena al piñón del motor</i>	106

Figura 50 <i>Conexión de mangueras a la válvula manual</i>	107
Figura 51 <i>Conexión de mangueras a los motores hidráulicos</i>	108
Figura 52 <i>Conexión de mangueras hidráulicas completa</i>	108
Figura 53 <i>Conexión de mangueras a cilindros hidráulicos</i>	109
Figura 54 <i>Conexiones de bomba hidráulica</i>	110
Figura 55 <i>Prueba de electroválvulas direccionales</i>	112
Figura 56 <i>Prueba de motores hidráulicos</i>	113
Figura 57 <i>Prueba de cilindros hidráulicos del cucharón</i>	114
Figura 58 <i>Prueba de cilindros hidráulicos de la pala</i>	115

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Funciones de acumuladores hidráulicos</i>	40
Tabla 2 <i>Filtros utilizados en maquinaria pesada</i>	48
Tabla 3 <i>Simbología hidráulica</i>	60
Tabla 4 <i>Propiedades de lubricante de maquinaria pesada</i>	65
Tabla 5 <i>Tipos de fluidos</i>	67
Tabla 6 <i>Elección de bomba hidráulica a utilizar</i>	80
Tabla 7 <i>Elección de depósito a utilizar</i>	83
Tabla 8 <i>Elección de líneas hidráulicas a utilizar</i>	87
Tabla 9 <i>Elección de acople hidráulico</i>	90
Tabla 10 <i>Elección de motores hidráulicos</i>	91
Tabla 11 <i>Elección de cilindros hidráulicos utilizar</i>	92
Tabla 12 <i>Elección de válvula a utilizar</i>	94
Tabla 13 <i>Elección de electroválvula a utilizar</i>	95
Tabla 14 <i>Recursos humanos</i>	117
Tabla 15 <i>Recursos Tecnológicos</i>	118
Tabla 16 <i>Recursos Materiales</i>	119
Tabla 17 <i>Presupuesto</i>	120

Resumen

Este proyecto se realizó a partir de la simulación del sistema hidráulico en Automation Studio, y el montaje se lo realizó con elementos hidráulicos reales para la implementación del sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, en el cual se pueden apreciar los principales componentes del sistema hidráulico como las válvulas electrohidráulicas, motores hidráulicos, depósitos, cilindros y demás componentes, el proyecto se ejecutó para los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga con el fin de contar con el adecuado apoyo para el desarrollo de prácticas con el fin de adquirir conocimiento sobre los sistemas hidráulicos que brinda aquel banco de entrenamiento de maquinaria pesada los estudiantes podrán identificar cada elemento o componente del sistema hidráulico empleado en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada de esta forma beneficiaria al aprendizaje del estudiante y a la vez ayudara como apoyo didáctico para el docente ayudando una mejor explicación del sistema hidráulico y concepto básicos de maquinaria pesada mejorando su aprendizaje para que se encuentren aptos para presentarse al campo laboral con los conocimientos adecuados evitando un déficit bajo de aprendizaje que pueda perjudicar en su vida laboral. El proyecto se basa en diseñar y definir lugares específicos para la colocación de los componentes hidráulicos.

- Palabras claves.

- **FLUID SIM**
- **SISTEMA HIDRÁULICO**
- **MAQUINARIA PESADA**
- **MOTORES HIDRÁULICOS**

Abstract

This project was carried out from the simulation of the hydraulic system in Automation Studio, and the assembly was carried out with real hydraulic elements for the implementation of the hydraulic system in a heavy machine training bench, in which the main components can be seen hydraulic system such as electrohydraulic valves, hydraulic motors, tanks, cylinders and other components, the project was carried out for students of the Higher Technology in Automotive Mechanics career at the University of the Armed Forces ESPE Latacunga headquarters in order to have adequate support for the development of practices in order to acquire knowledge about the hydraulic systems provided by that heavy machinery training bench, students will be able to identify each element or component of the hydraulic system used in the heavy machinery training bench in this way would benefit the student's learning At the same time, it will help as didactic support for the teacher by helping a better explanation of the hydraulic system and basic concepts of heavy machinery, improving their learning so that they are able to present themselves to the labor field with the appropriate knowledge, avoiding a low learning deficit that can harm in your working life. The project is based on designing and defining specific places for the placement of hydraulic components.

- Key words:

- **FLUID SIM**
- **HYDRAULIC SYSTEM**
- **HEAVY MACHINERY**
- **HYDRAULIC MOTORS**

Capítulo I

1 Planteamiento del problema

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”

1.1. Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas Espe extensión la Latacunga desde su creación se planteó como misión educar profesionales competitivos con extensos conocimientos científicos y tecnológicos en sus diferentes carreras con el fin de contribuir al desarrollo sustentable de nuestro país.

Por la trascendencia y relevancia del tema se ha realizado trabajos investigativos como los que se exponen a continuación:

- El trabajo realizado por (TUFIÑO, 2016) cuyo tema es “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA CARGADORA FRONTAL”; llegando a concluir que la hidráulica es la transmisión de

energía mediante control de diferentes fuerzas a través de un fluido para obtener movimientos lineales y rotativos, mediante una gran cantidad de mecanismos (TUPIÑO, 2016).

- El trabajo realizado por (Paredes, 2016) cuyo tema es “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA EXCAVADORA”; llegando a concluir que los sistemas hidráulicos es una tecnología empleada por un líquido sea agua o aceite con el fin de transmitir la energía necesaria para mover y hacer funcionar diferentes mecanismo de maquinarias pesadas o de cargas livianas. (Paredes, 2016)

La información recopilada en cuanto a la implementación de un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, básicamente nos va ayudar a identificar los componentes y cálculos necesarios que se requieran para poner en funcionamiento el proyecto, misma que facilitara el desarrollo de conocimiento científicos y prácticas.

1.2. Planteamiento del problema

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, se ha logrado identificar un gran déficit en cuanto al manejo y control de maquinaria pesada, particularmente la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

no cuenta con un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, lo conlleva a dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por lo cual se implementará un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada de no solucionarse lo mencionado seguirá, la desmotivación de los docentes y estudiantes por no contar con un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, al no cumplir con dicho proyecto se dará un déficit de conocimientos que no permitirá el desarrollo adecuado del proceso de enseñanza práctico.

Por lo mencionado es necesario que la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, cuente con un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada; misma que facilitara la adquisición de aprendizajes significativos.

1.3. Justificación

La construcción del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada, apoyara considerablemente al proceso de enseñanza aprendizaje del alumno en cuanto a la manipulación y control de maquinaria pesada, esto ayudará también a que tanto docentes y alumnos puedan realizar sus prácticas de manera efectiva, preparándolos con los conocimiento práctico y científicos que los servirá de gran utilidad al momento de presentarse al campo laboral, evitando tener un déficit de conocimiento en el área a aplicar.

Al realizar la implementación del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento con lleva a aplicar cálculos como la presión que se enviara de la bomba hidráulica a las válvulas hidráulicas o actuadores con el fin de producir movimiento de las partes mecánicas por medio de un control electrónico donde se activara los elemento mencionados anteriormente, este sistema contara con un depósito hidráulico y mangueras de alta presión por donde se enviara el fluido o liquido hidráulico que ayuda a mover los componentes del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

IMPLEMENTAR EL SISTEMA HIDRÁULICO EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recoger información mediante la utilización de sitios web, libros, ensayos, revistas, con el fin de comprender satisfactoriamente el concepto de sistemas hidráulicos aplicados en maquinaria pesada.

- Seleccionar los componentes necesarios para la implementación del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento con la orientación de las investigaciones realizadas.
- Realizar el montaje del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada con el fin de realizar movimiento de piezas u objetos.

1.5. Alcance

El presente trabajo investigativo abarca el diseño, la construcción e implementación de los componentes o elementos de un sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, los componentes deberán pasar por una detenida inspección visual y mecánica para evitar que existan posibles daños o fallas con el fin de realizar el montaje del sistema en el banco de entrenamiento para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de La Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

Beneficiándose de este la institución, la dirección de carrera, los docentes y los alumnos porque podrán aplicar conocimientos teóricos y prácticos en aquel proyecto, Así como también servirán de fuente de información y consulta para todas aquellas personas relacionadas o interesadas en el tema.

Capítulo II

2 Marco teórico

2.1. Hidráulica

La hidráulica es una técnica y sistema que estudia la conducta y modificación de energía hidráulica a energía mecánica o eléctrica. El término hidráulica viene de la palabra griega (hidros) que quiere decir agua y (aulos) que quiere decir tubo; esto quiere decir que su trabajo lo cumple mediante el beneficio de fluidos incompresibles, en su mayoría aceites naturales o sintéticos. Los sistemas hidráulicos se aplican típicamente en mecanismos móviles tales como: maquinaria de construcción y agricultura, excavadoras, plataformas, aparatos de elevación y transporte (Ruano & Taimal, 2015). A continuación, se dará a conocer los principios de Pascal y el teorema de Bernoulli.

2.1.1. Principios hidráulicos

A continuación, se presenta los principios más aplicados en la hidráulica como es el principio de Pascal y el Teorema de Bernoulli cada una con su respectiva definición además podemos encontrar ecuaciones que son necesarias para cálculos ya sea necesario.

2.1.2. Principio de Pascal

Según (Torres et al., 2008) página 81. La presión ejercida en un punto de un líquido se transmite íntegramente a todos sus puntos y en todas sus direcciones, si en la prensa hidráulica aplicamos una fuerza sobre el émbolo pequeño de F_1 newton, la presión que soportará el líquido será:

$$P = \frac{F_1}{S_2} \text{ N/m}^2$$

Ecuación 1 *Presión ejercida*

Tomado de: (Hernández, 2017)

Como esta presión es la misma en todos los puntos del circuito, también será la presión que soporta el líquido sobre el émbolo mayor. De la expresión de la presión calculamos la fuerza que ejerce el líquido sobre el émbolo mayor:

$$F = p \cdot S_2 = \frac{F_1 \text{ (N/m}^2\text{)}}{S_1} \cdot S_2 \text{ (m}^2\text{)} = \frac{F_1 \cdot S_2 \text{ (N)}}{S_1}$$

Ecuación 2 *Fuerza que ejerce el líquido*

Tomado de: (Hernández, 2017)

O lo que es lo mismo las fuerzas son inversamente proporcionales a las superficies sobre las que se aplican:

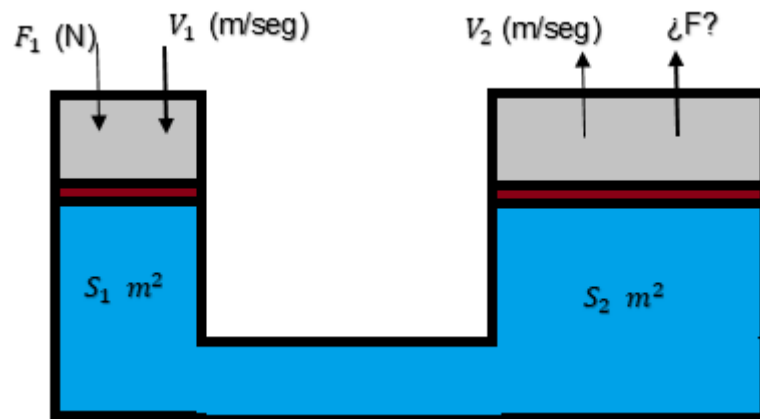
$$\frac{F}{S_2} = \frac{F_1}{S_1}$$

Ecuación 3 Fuerzas proporcionales

Tomado de:(Hernández, 2017)

Figura 1

Principio de Pascal



Nota. El gráfico representa la presión aplicada en un punto de un líquido se transmite por igual en todas las direcciones. Tomado de:(LEY, 2018)

2.1.3. Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli demuestra que las variables presión, altura y velocidad de un fluido ideal no pueden modificarse separadamente una de la otra, sino que están determinadas por la energía mecánica del sistema (Paredes, 2016)

La ecuación de Bernoulli describe el comportamiento de un fluido bajo condiciones variantes y tiene la fórmula siguiente:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

Ecuación 4 Principio de Bernoulli

Tomado de:(Instituto de Física y Astronomía, 2000)

Dónde:

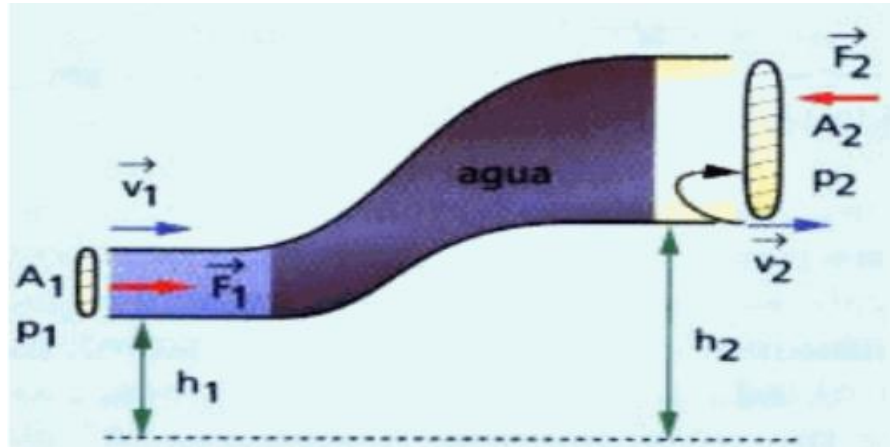
P= Es la presión estática a la que está sometido el fluido, debida a las moléculas que lo rodean [Pa]

ρ =Densidad del fluido $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

v=Velocidad de flujo del fluido $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

g= Valor de la aceleración de la gravedad $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

h= Altura sobre un nivel de referencia [m]

Figura 2*Teorema de Bernoulli*

Nota. El gráfico presenta el fluido que circula por una cañería. Tomado de: (CIVIL, 2020)

2.1.4. Componentes de un sistema hidráulico

A continuación, se dará a conocer todos los componentes del sistema hidráulico de maquinaria pesada que se utiliza para el funcionamiento del sistema especificando su definición y su misión que cumple cada componente en el sistema de hidráulico.

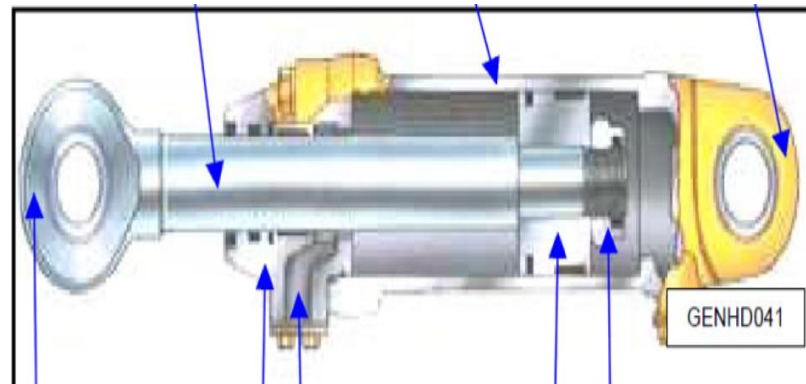
2.1.5. Cilindro hidráulico

El objetivo principal de los sistemas hidráulicos es impulsar implementos tales como hojas topadoras y cucharones. Esto normalmente se realiza con cilindros, que son actuadores lineales que convierten la energía hidráulica en energía mecánica (Ledesma, 2015) los cilindros podemos encontrarlos de doble efecto que tiene doble sentido de trabajo y de simple efecto que solo tiene un solo sentido de trabajo más adelante podemos apreciar lo componentes de los cilindros hidráulicos que se aplica en maquinaria pesada.

2.1.6. Componentes del cilindro hidráulico

Los componentes principales de los cilindros hidráulicos para maquinaria pesada son los siguientes:

1. Vástago.
2. Tubo del cilindro.
3. Cáncamo de la cabeza.
4. Cáncamo del vástago.
5. Tapa o Cabeza del cilindro.
6. Puntos de conexión.
7. Pistón.
8. Tuerca del pistón

Figura 3*Cilindro Hidráulico*

Nota. El gráfico representa los componentes esenciales de un cilindro hidráulico.

Tomado de:(Ledesma, 2015)

2.1.7. Depósito o Tanque hidráulico

Según (Torres et al., 2008) página 126 El tanque es fabricado en chapa de acero, almacena fluido hidráulico generalmente su capacidad es de dos o tres veces la cantidad que mueve la bomba en un minuto. Al mismo tiempo, dispone de un espacio suficiente para que el aire pueda separarse del fluido, permitiendo igualmente que los contaminantes se sedimenten y se disipe el calor generado en el sistema.

Figura 4*Depósito Hidráulico*

Nota. El gráfico presenta el depósito o tanque hidráulico donde se almacena el fluido para sistemas hidráulico. Tomado de:(Gaona, 2014)

2.1.8. Bomba Hidráulica

Según (Torres et al., 2008) página 127 la bomba se encarga de aportar el caudal necesario a todo el sistema. La fuerza de giro la toman de un motor, eléctrico o térmico, que hace girar al eje y este a su vez a todo el mecanismo interno, encargado de impulsar el líquido atendiendo al caudal que bombean las bombas hidráulicas se dividen en dos tipos. Como se puede identificar en el Anexo A

Figura 5*Bomba Hidráulica*

Nota. En la imagen se puede mostrar la parte externa de una bomba hidráulica.

Tomado de: (radavigo, 2020)

2.1.9. Bombas de caudal fijo

Estas bombas proporcionan una cantidad determinada de fluido en cada carrera o revolución. Su caudal es independiente de la presión de salida, lo que las hace muy adecuadas para la transferencia de potencia.

Figura 6

Bomba de caudal fijo



Nota. En la imagen se puede identificar como es una bomba de caudal fijo. Tomado de (Bosh, 2020)

2.1.10. Bombas de caudal variable.

Las bombas de caudal variable tienen la propiedad de poder variar el caudal emitido sin disminuir la velocidad de giro. Son las más empleadas en los sistemas

hidráulicos modernos. Se utilizan para presiones superiores a las que pueden otorgar las bombas de caudal fijo (Torres et al., 2008) página 128.

Atendiendo a su forma constructiva, las bombas hidráulicas se dividen en tres tipos

Figura 7

Bomba de caudal variable



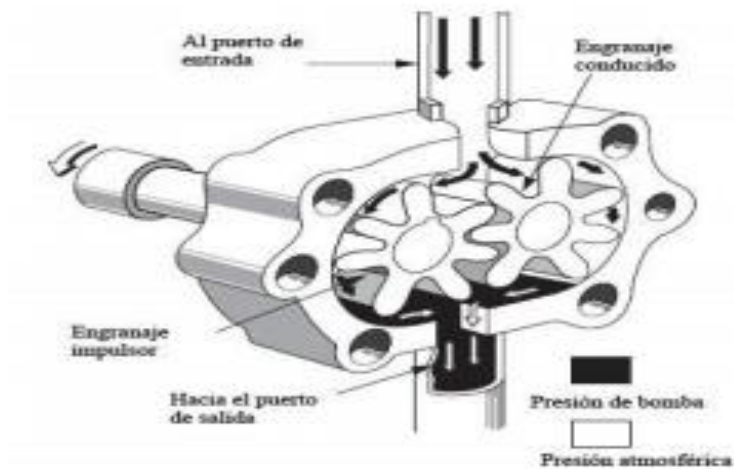
Nota. En la siguiente imagen se puede determinar cómo es una bomba de caudal variable. Tomado de (Bosh group, 2021)

2.1.11. Bombas de engranajes.

Su estructura se compone de dos piñones o engranajes unidos entre sí. Su operación se da cuando uno de los engranajes es accionado por medio de una fuente externa, impulsando a que gire el otro engranaje (Ruano & Taimal, 2015)

Figura 8

Bomba de engranajes



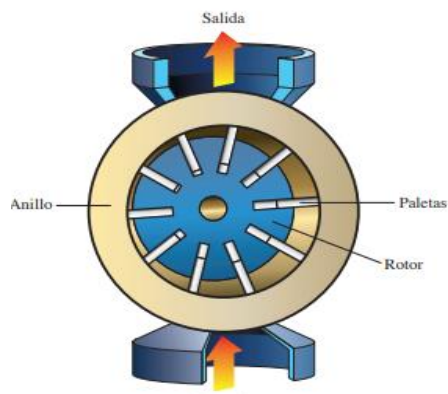
Nota. El gráfico representa los piñones de una bomba de engranajes. Tomado de:
(Ruano & Taimal, 2015)

2.1.12. Bombas de paletas.

Estas bombas están constituidas de un rotor de forma cilíndrica, el mismo que atrae un conjunto de paletas cuando está girando. En cuanto a la estructura de la bomba, es de forma elíptica, con el fin de que las paletas entren y salgan en el rotor, cuando estas rocen sus extremos en la carcasa (Ruano & Taimal, 2015)

Figura 9

Bomba de paletas



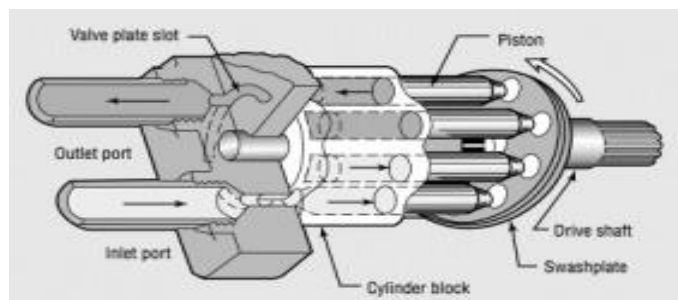
Nota. El gráfico representa las partes principales que conforma una bomba de paletas de que se aplican en maquinaria pesada. Tomado de: (Sataloff et al., 2018)

2.1.13. Bombas de pistón

Las bombas de pistón prestan altas capacidades de presión y una elevada eficiencia volumétrica. Otro aspecto a considerar en una bomba de pistón, es que esta ópera a más de 2000 giros por minuto y al igual que las bombas anteriores, está disponible en una gran variedad de clasificaciones de salida. Al tener una configuración compacta y ligera, este tipo de bombas es óptima para aplicaciones que requieren una alta potencia, tiene un nivel pequeño de ruido ya que 25 es de trayectoria lineal y optimiza los rangos de potencia elevados, más allá de los 20CV. Este tipo de bombas se clasifican de acuerdo al movimiento del pistón, existiendo tres tipos de este tipo: axiales, radiales o giratorias (LANCHIMBA, 2018)

Figura 10

Bomba de pistones

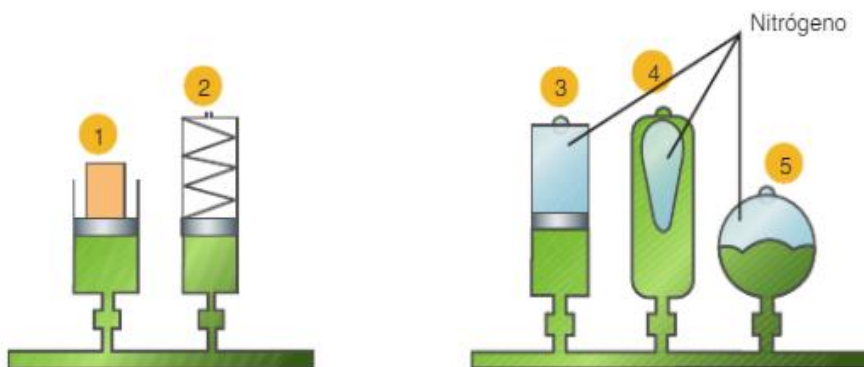


Nota. El gráfico representa una bomba de pistones axiales. Tomado de:(LANCHIMBA, 2018)

2.2. Acumulador

Según (Torres et al., 2008) página 130 El acumulador hidráulico tiene por función absorber un determinado volumen de fluido y devolverlo al circuito en el momento que este lo precise. Al acumulador hidráulico puede encontrarse en el circuito hidráulico bajo diferentes formas, como son:

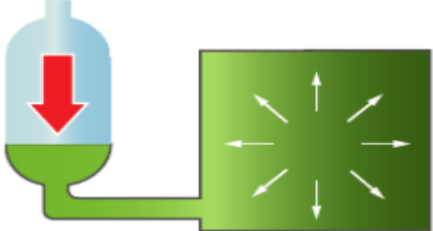
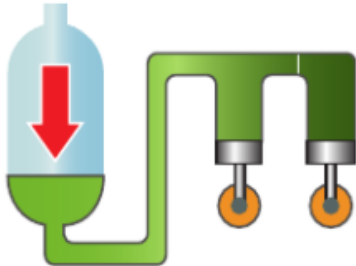
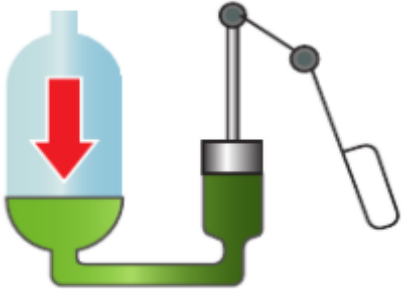
- 1.- Acumulador de peso.
- 2.- Acumulador de resorte.
- 3.- Acumulador de pistón.
4. -Acumulador de vejiga.
- 5.- Acumulador de membrana.

Figura 11*Acumuladores hidráulicos*

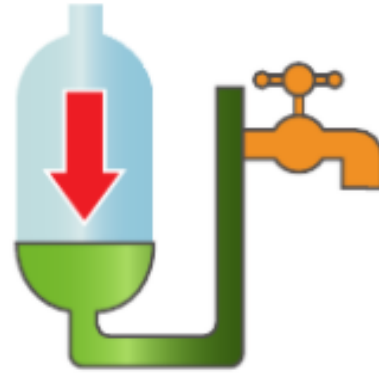
Nota. El gráfico representa las diferentes formas y funciones que cumplen los acumuladores en hidráulica y neumática. Tomada de:(Torres et al., 2008)

Las funciones que cumple un acumulador en un sistema hidráulico de maquinaria pesada podemos dar a conocer a continuación en la siguiente tabla que identifica a cada acumulador y a la vez define su funcionamiento o misión que pueda cumplir en los sistemas hidráulicos ya que tenemos de diferentes tipos.

Tabla 1*Funciones de acumuladores hidráulicos*

<p>Acumulador de energía: acumular energía, conservarla sin pérdida y distribuirla con la potencia deseada.</p>	
<p>Acumulador de suspensión: suprimir los choques y vibraciones en los vehículos asegurando una suspensión verdadera del peso sobre un colchón de aire</p>	
<p>Anti-pulsaciones: absorber las sobrepresiones producidas por las pulsaciones de una bomba u otro órgano regulando el caudal y la presión en el circuito</p>	

Amortiguador del golpe de ariete: aspira la energía transmitida por el líquido en los choques hidráulicos producidos, por ejemplo, por el cierre de una válvula, frenando bruscamente un líquido que se estaba desplazando a gran velocidad.



Nota. Esta tabla indica los tipos de acumuladores utilizados en maquinaria pesada y neumática. Tomado de:(Torres et al., 2008)

2.3. Válvulas

En un sistema hidráulico de maquinaria pesada es esencial contar con válvulas, con la ayuda de válvulas hidráulicas la liberación de fluido de la bomba puede controlarse respecto a la dirección, volumen y presión.

Figura 12

Acumuladores hidráulicos



Nota. El gráfico representa una válvula CHECK de una sola dirección. Tomada de:(Ramos & Fernando, n.d.)

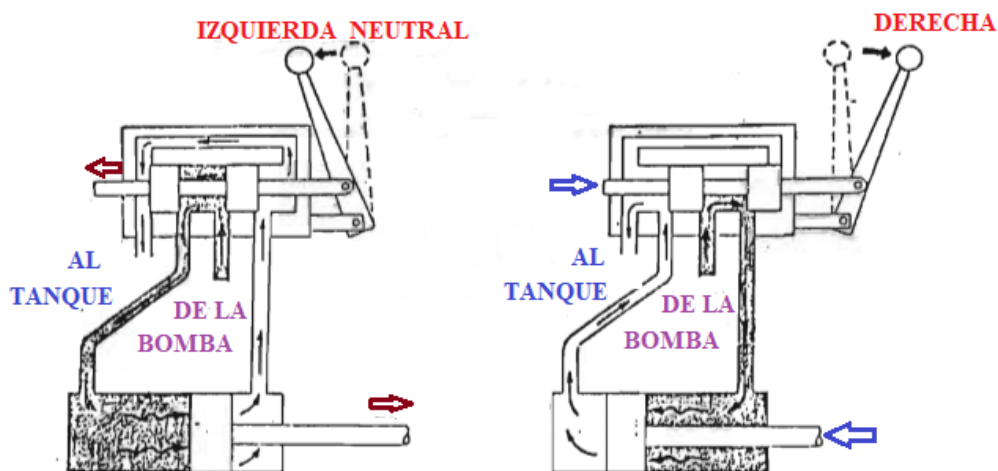
2.3.1. Válvulas de control de dirección.

Sirven para iniciar, detener, acelerar, desacelerar y controlar la dirección de movimiento de los activadores. Se les puede operar manualmente, por medio de dispositivos mecánicos, solenoides eléctricos o dispositivos pilotos hidráulicos o

neumáticos. Entre los distintos sistemas de válvulas de mando están las rotativas, las que requieren un intachable ajuste entre las paredes de la parte giratoria y la parte fija. Solamente pueden emplearse en sistemas hidráulicos cuya presión de trabajo no sea excesiva. (Alberto et al., 1992)

Figura 13

Válvula de control de dirección



Nota. El gráfico representa la aceleración y desaceleración de la válvula de dirección.

Tomado de:(Alberto et al., 1992)

2.3.2. Válvula de control de presión

Su misión es regular la presión que recibirán las bombas de manera que no exista exceso ni falta de presión. Las válvulas reguladoras permiten variar la productividad de las bombas al dirigir la presión desde el mínimo hasta el máximo

nivel. En ese mismo tiempo, las válvulas reguladoras actúan como mecanismo de estabilidad, ya que no permiten que se exceda el nivel de presión que elige el sujeto que las está operando, reduciendo el riesgo de accidentes (Paredes, 2016) entre estos tipos de válvulas están:

- Válvula de alivio: Conserva la bomba y evita sobrecargas en el sistema hidráulico.
- Válvulas de distribución secuencial: Guían el flujo a distintas partes del circuito en orden secuencial.
- Válvula de descarga: Son válvulas de alivio de operación remota. (Alberto et al., 1992)

Figura 14

Válvulas de presión



Nota. El gráfico representa la conexión de mangueras de alta presión al cuerpo de válvulas hidráulicas. Tomado de:(CHUCHUCA & JADAN, 2020)

2.3.3. Válvula de bola

En la válvula de bola un macho esférico agujereado controla la circulación del líquido. El sellado en válvulas de bola es excelente, la bola contacta de forma circunferencial y uniforme el asiento, el cual suele ser de componentes blandos. Las aplicaciones más frecuentes de la válvula de bola son de apertura y cierre.

Dependiendo del tipo de cuerpo de la válvula su mantenimiento puede ser fácil la pérdida de presión en relación al volumen del orificio de la bola es pequeña el uso de la válvula está establecida por la resistencia a temperatura y presión del material del asiento, metálico o elástico normalmente se emplean en vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.(Paredes, 2016)

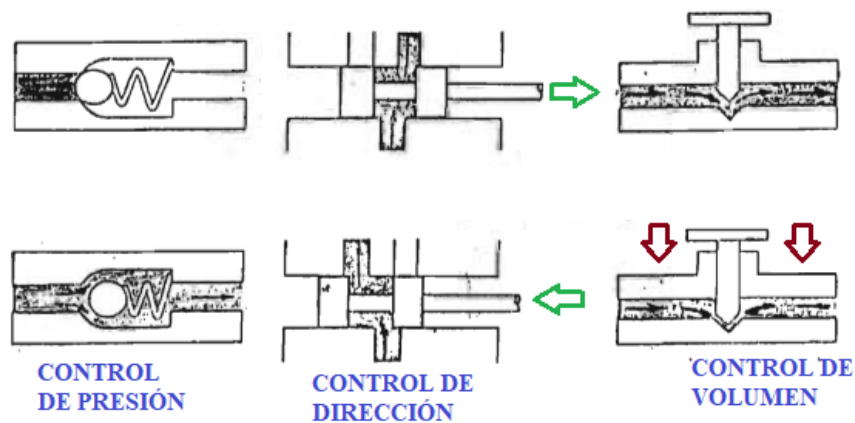
2.3.4. Válvulas de control de flujo

En el sistema hidráulico de maquinaria pesada se usan para obtener velocidades menores que la máxima. El flujo se controla por medio de estranguladores o por derivación. Ambos métodos producen pérdida de presión que se convierte en calor (Alberto et al., 1992).

Al momento de utilizar este tipo de válvulas de control de flujo en cualquier sistema hidráulico la válvula debe ser refrigerada al igual que los demás componentes del sistema por los que es necesario que todos los sistemas hidráulicos tengan enfriadores adecuados para disminuir la temperatura del sistema evitando dilataciones o quemaduras de los elementos hidráulico o en si fallas.

Figura 15

Válvulas de control de flujo



Nota. El gráfico representa el control de presión, dirección y volumen de la válvula de flujo. Tomado de:(Alberto et al., 1992)

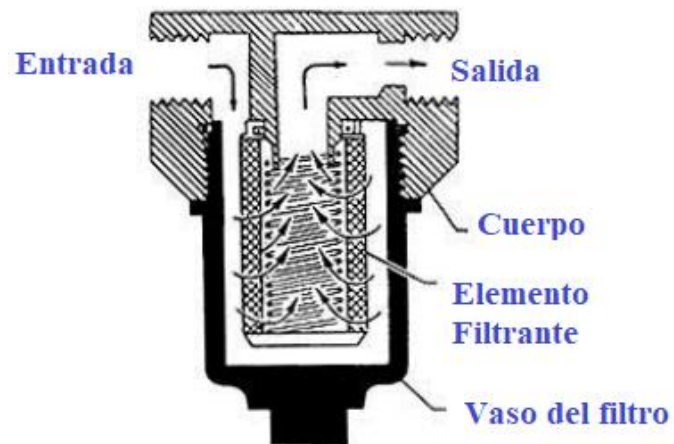
2.4. Filtros para maquinaria pesada

Los filtros son una parte primordial para la conservación del fluido hidráulico y de asegurar un buen funcionamiento de los sistemas hidráulicos. Estos elementos se utilizan para el control de impurezas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de corrosión de las superficies de la maquinaria,

permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del maquina como del fluido hidráulico (CHUCHUCA & JADAN, 2020). A continuación, se muestra una tabla de los filtros que se emplean en maquinaria pesada.

Figura 16

Filtro



Nota. El gráfico representa los componentes internos de un filtro hidráulico. Tomado de:(TUFÍÑO, 2016).

Tabla 2*Filtros utilizados en maquinaria pesada*

NOMBRE	FUNCIONAMIENTO
Filtro de alta presión	Protege las partes delicadas de las partículas o impurezas que puedan dañar el sistema.
Filtro de succión	Protege la bomba de impurezas de contaminación.
Filtro de retorno	Remueve las partículas generadas durante la operación.
Colador	Filtra las partículas antes de entrar al sistema

Nota. Esta tabla indica los diferentes filtros empleados en maquinaria pesada. Tomado de:(WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2020)

Figura 17*Sistema hidráulico*

Nota. El gráfico representa los filtros que se aplican en maquinaria pesada cada uno cumpliendo su función de retener impurezas. Tomado de:(CHUCHUCA & JADAN, 2020)

2.5. Líneas hidráulicas

Tuberías es un término general que engloba las diferentes clases de líneas de conducción que transportan el fluido hidráulico entre los componentes, así como las conexiones utilizadas entre los conductores. Los sistemas hidráulicos utilizan principalmente, tres tipos de líneas de conducción: tubos gas, tubos milimétricos y mangueras flexibles (Manobanda & Paredes, 2012) a la vez que transmiten la

potencia necesaria para llevar a cabo un trabajo en maquinarias pesadas o ligeras dependiendo el campo donde se utilicen. Como se puede identificar en el anexo C

Figura 18

Mangueras de alta presión



Nota. El gráfico representa las líneas hidráulicas que se emplean en los sistemas hidráulicos fabricadas para resistir altas presiones. Tomado de: (Equipo de Marketing, 2017)

A continuación, se presentan la clasificación de mangueras de baja, mediana, alta y extrema presión más utilizadas en los sistemas hidráulicos de maquinaria pesada:

2.5.1. Mangueras hidráulicas de baja presión

Aplica a la normativa (SAE100R6) se las utiliza en trabajos con presiones menores a los 300 psi (libras por pulgada), habitualmente para el paso de fluidos de combustible, aceite lubricante a alta temperatura, aire, agua y anticongelante la manguera tiene dimensiones exteriores más pequeñas y mucho más estrictos radio de curvatura (Sataloff et al., n.d.).

2.5.2. Mangueras hidráulicas de mediana presión

Cumpliendo la normativa (SAE100R1, SAE100R5, SAE100R7) son utilizadas para el transporte de aceites minerales, hidráulicos y soluciones de agua y aceite. Son muy flexibles y están presentes en maquinaria pesada: tractores, camiones, dirección hidráulica y cilindros hidráulicos para equipos de elevación (Seguridad, 2016)

2.5.3. Mangueras hidráulicas de alta presión

Cumpliendo la normativa (SAE100R2, SAE100R8) están disponibles para aplicaciones que requieran presiones de trabajo elevadas, SAE 100R12 posee cuatro capas de alambre de acero de alta resistencia, arrollados en espiral en direcciones

alternadas. Se utilizan en equipos medianos y grandes, su rango de presión va desde los 1.825 a 6.000 psi (Seguridad, 2016)

2.5.4. Mangueras hidráulicas de muy alta y extrema presión

Pertenecientes a las normativas (SAE100R12, SAE100R13, SAE100R15) son más sólidas y pueden trabajar a 5000 o 6000 psi. Son utilizadas para equipos de construcción y maquinaria pesada con cambios súbitos de presión. Sus conductos sintéticos tienen refuerzos de 4 a 6 capas de espirales en acero de alta tensión (Sae et al., n.d.)

2.6. Manómetros de presión

Manómetros de presión Para medir la presión de entrada a los cilindros. O sistemas de alta presión. También sirven para pruebas. Manómetros de carga Para medir la carga que soporta un cilindro o un gato en toneladas o en libras. Para prensar piezas bajo cargas predeterminadas, para pesar, efectuar pruebas, etc. Las series GP son manómetros secos. Las series GF son manómetros rellenos de glicerina.(Cohen, 2005)

2.6.1. Manómetros con glicerina (serie G)

- Graduación en bar y psi
- Todas las piezas sensibles a la presión se han cerrado y están amortiguadas con glicerina para conseguir una larga vida útil
- Incluye disco de seguridad contra quebraduras y membrana de igualación de presión
- Se recomienda usar amortiguadores de manómetro o válvulas de agua en aplicaciones con desviaciones de presión frecuentes

2.6.2. Ciclos frecuentes (serie H)

- Graduación en bar y psi
- Excelentes para muchas aplicaciones, esencialmente en condiciones de muchos ciclos y ambientes violentos
- Se recomienda usar amortiguadores de manómetro o válvulas de agua para aislar el manómetro cuando no esté en uso.

Figura 19*Manómetros*

Nota. El gráfico representa los manómetros de presión de glicerina para presiones hidráulicas. Tomado de:(Cohen, 2005)

2.7. Enfriadores Hidráulicos

El funcionamiento de los intercambiadores de calor cumple un rol fundamental, para mantener el nivel de rendimiento y la, de los sistemas hidráulicos como se tiene de conocimiento la temperatura excesiva disminuye el rendimiento de los sistemas y en consecuencia provocar avería en los componentes o piezas hidráulicas.(Bowman, 2017)

2.7.1. Aplicaciones

Enfriadores de aceite hidráulico para la Industria Minera En el área de operaciones de explotación de minería subterránea, Bowman ofrece una amplia

variedad de enfriadores de aceite acondicionados, para soportar una presión de agua de hasta 35 bares. Este tipo cubiertas de extremos cuenta con un revestimiento de hierro fundido, tapas de extremo reforzadas, juntas de Viton y un haz de tubos específica para esta finalidad a continuación tenemos un ejemplo para el enfriadores de aceite.(Bowman, 2017)

- Tipo de aceite ISO VG 37
- Temperatura de salida del aceite 50°C
- Pérdida de presión de aceite 100 kPa
- Temperatura de entrada del agua 25°C Pérdida de presión de agua 50 kPa

2.7.2. Tipos de enfriadores

A continuación, podemos describir el funcionamiento del enfriador de aire a aceite y el enfriador de agua a aceite que son de mucha eficacia para el control de la temperatura en un sistema hidráulico.

2.7.3. Enfriador de aire a aceite.

En los sistemas hidráulicos que trabajan a altas temperaturas es necesario utilizar enfriadores como el caso de este enfriador que el aceite pasa por un conducto cubierto con aletas de enfriamiento. Un ventilador sopla aire sobre el tubo y las aletas, enfriando el aceite.(Técnico, 2001)

Figura 20

Enfriador de aire a aceite



Nota. El gráfico representa un enfriador perteneciente al sistema hidráulico de una maquinaria de trabajo pesado. Tomado de: (Técnico, 2001) pág. 11

2.7.4. Enfriador de agua a aceite

En este tipo de enfriador, el aceite pasa por una serie de conductos que se refrigeran con agua

Figura 21

Enfriador de agua a aceite



Nota. El gráfico representa un enfriador del sistema hidráulico don el aceite pasa por unos conductos o toberas los cuales se refrigeran con agua. Tomado de:(Técnico, 2001) pág. 11

2.8. Acoples hidráulicos

Normalmente en maquinaria pesada las conexiones es una expresión que se refiere a una serie de acoplamientos, bridas y conectores que se manejan para acoplar mangueras y tubos a los componentes hidráulicos por los cuales atraviesan fluido hidráulico (Técnico, 2001).

Los acoplamientos son las conexiones que se utilizan para conectar las mangueras o líneas hidráulicas a los componentes o a otras tuberías del sistema hidráulico de cualquier sistema con fluido.

A continuación, podemos definir acoplamientos o conexiones que se utilizan en el sistema hidráulico como los siguientes tipos:

Rebordeados.

1. Permanentes.
2. De bajo índice de falla.
3. Funcionan bien en todas las aplicaciones
4. de presión.

Figura 22*Acoplamiento Rebordeados*

Nota. El gráfico representa los acoples para líneas hidráulicas más conocidas como acoples rebordeados. Tomado de: (Qingdao HQ Import & Export Co., 2013)

Tipo tornillo.

1. Reutilizables.
2. Se pueden armar en la obra utilizando herramientas manuales.
3. Los más eficientes en aplicaciones de presiones menores.

Figura 23*Acoplamiento tipo tornillo.*

Nota. El gráfico representa un acoplamiento tipo tornillo que se los utiliza para conectar mangueras de fluidos hidráulicos. Tomado de: (Técnico, 2001)

2.9. Motor hidráulico

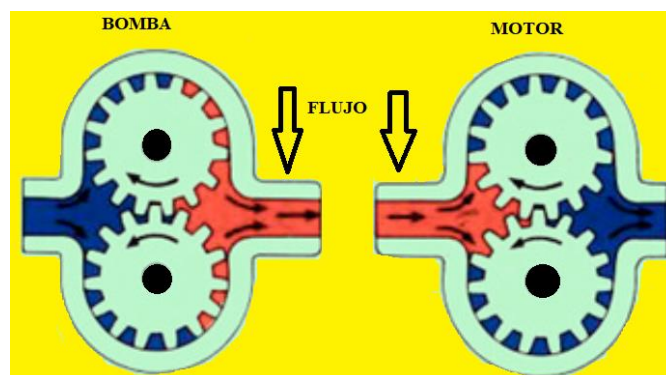
El motor hidráulico transforma la energía hidráulica en energía mecánica el motor hidráulico en maquinaria pesada usa el flujo de aceite enviado por la bomba hidráulica y lo convierte en movimiento giratorio para impulsar otros mecanismos (Arias & Costa, 2012)

2.9.1. Diferencia entre motor y bomba

La diferencia que podemos identificar en un motor hidráulico y una bomba hidráulica es que la bomba empuja el fluido hidráulico mientras que el motor es accionado por el fluido hidráulico.

Figura 24

Bomba y motor hidráulico



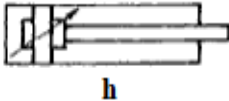

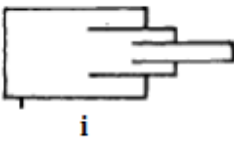

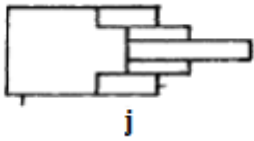
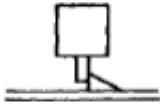
Nota. El gráfico representa la diferencia que existe entre una bomba y un motor hidráulico de maquinaria pesada. Tomado de:(I et al., 2013)

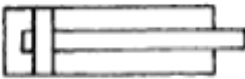
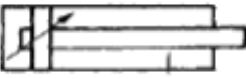
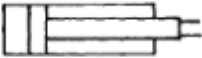
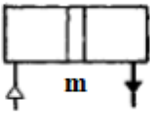
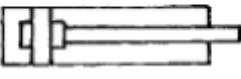

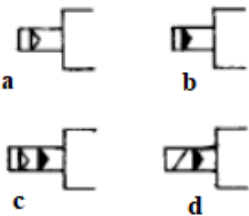
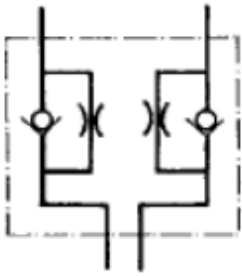
2.10. Simbología hidráulica

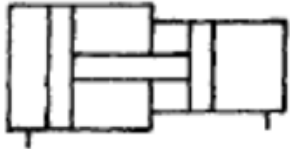

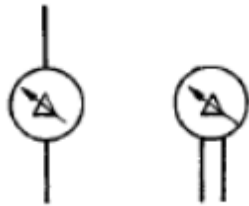
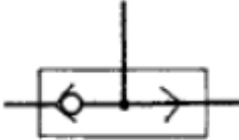
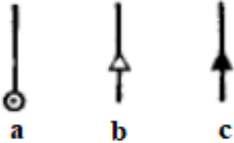
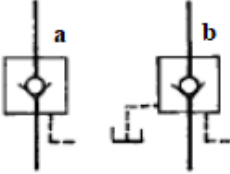


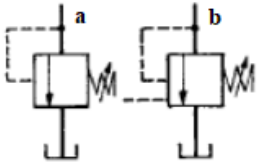
A continuación, se puede observar una tabla de simbología hidráulica que se emplea en la construcción de esquemas hidráulico, además son símbolos que identifican a cada elemento del mismo.

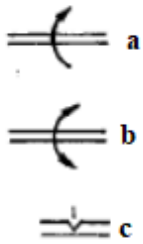
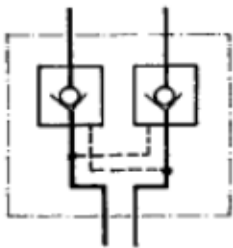

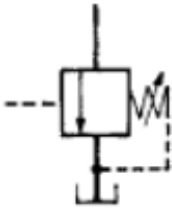


Tabla 3

Simbología hidráulica

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
 <p style="text-align: center;">h</p>	<p>(h) De doble efecto. Freno regulable en ambas carreras.</p>		<p>Conexiones rotativas. 1 vía; 3 vías.</p>
 <p style="text-align: center;">i</p>	<p>(i) Cilindro Telescópico de simple efecto</p>		<p>Dispositivo de paro brusco.</p>
 <p style="text-align: center;">j</p>	<p>(j) Cilindro telescópico de doble efecto.</p>		<p>Dispositivo de enclavamiento .</p>

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
 e	(e) Cilindro. Freno en lado izquierdo	 f	(f) De doble efecto.
 i	(i) Cilindro en diferencial	 m	(m) Convertidor de presión aire-aceite.
 g	(g) De doble efecto. Freno regulable en ambas carreras.		Mecanismos articulados.
 a b c d	Accionamientos (a) Neumático (b) Hidráulico (c) Neumático - Hidráulico (d) Electro-Hidráulico.		Válvula doble de control y reguladora de caudal. Para regular los dos sentidos de circulación del fluido hidráulico.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
 k	(k) Multiplicador de presión		Termómetro.
	Manómetro diferencial. Señala máximo y mínimo.		Selector de circuitos.
	(a) Inicio de la instalación (b) No hay flujo hidráulico; (c) Hay flujo hidráulico.		Válvulas anti retorno. (a) Piloteada a la apertura (b) Piloteada a la apertura con drenaje.
 	Caudalímetro. Contador - totalizador.		Válvulas limitadoras de presión (seguridad).

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
			(a) Pilotaje interno
			(b) Pilotaje exterior a distancia.
	<p>(a) Eje con un sentido de giro</p> <p>(b) Eje con doble sentido de giro</p> <p>(c) Enclavamiento mecánico.</p>		Válvula doble de retención con accionamiento pilotado por la presión del circuito.
	<p>(a) Válvula anti retorno</p> <p>(b) Válvula anti retorno con apertura piloteada.</p>		Válvula de exclusión.
	Tubería de carga rígida.		Motor monofásico de

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
			corriente alterna.

Nota. La tabla muestra la simbología aplicada en hidráulica y neumáticas cada una de ellas representa a un elemento hidráulico o neumático. Tomado de:(Arias & Costa, 2012)

2.11. Fluidos hidráulicos para maquinaria pesada

Los fluidos utilizados en los sistemas hidráulicos tienen la tarea de transferir potencia, lubricar, minimizar fugas y pérdidas de carga. Una apropiada elección del fluido afirmará una durabilidad y ventaja satisfactoria de los mecanismos del sistema, especialmente las bombas, los motores hidráulicos y los elementos actuadores (CHUCHUCA & JADAN, 2020).

2.11.1. Propiedades de los fluidos hidráulicos

Los fluidos hidráulicos para maquinarias pesadas deben cumplir ciertas propiedades con el propósito de asegurar un buen trabajo de todos los sistemas hidráulicos, a continuación, se dará a conocer en la siguiente tabla:

Tabla 4

Propiedades de lubricante de maquinaria pesada

PUNTO DE FLUIDEZ	PUNTO DE INFLAMACIÓN
El punto de fluidez indica la temperatura más baja a la que puede fluir un líquido. Esta es una característica importante, sobre todo en los casos en que el sistema hidráulico trabaja a temperaturas muy bajas.	Muestra la temperatura a la cual surge una llamarada de forma repentina sobre la superficie del aceite cuando se hace saltar una chispa. Cuando la llama se mantiene, indica que se ha alcanzado el punto de combustión.
COMPRESIBILIDAD	PUNTO DE AUTOINFLAMACIÓN
Son poco compresibles, y su grado de compresión aumenta al ser mayor su viscosidad.	Es la temperatura a la cual los vapores de aceite se inflaman espontáneamente.
PODER ANTIESPUMANTE	RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO

<p>La procesión de espuma dependerá de la dispersión de aire en el aceite un buen aceite contiene siempre aditivos que dificultan la absorción de gases y a su vez facilitan la separación del aire que haya penetrado en el aceite la espuma en el aceite producirá anomalías y ruidos durante el funcionamiento.</p>	<p>Los aceites derivados del petróleo son especialmente susceptibles a la oxidación por acción del oxígeno, lo que reducirá apreciablemente su duración en óptimas condiciones de servicio. De igual forma el envejecimiento se beneficia con la presencia de metales como el plomo, el latón o el cobre.</p>
--	---

PODER ANTI EMULSIVO

VISCOSIDAD

<p>Es la capacidad que posee el aceite para mantener el agua separada del mismo. Si existiese mucha cantidad de agua en el aceite, pueden originar un rápido desgaste.</p>	<p>La viscosidad es una de las características más importantes de los líquidos hidráulicos. Es una medida de la resistencia de un líquido a la circulación a lo largo de una tubería.</p>
--	---

PUNTO DE CONGELACIÓN

UNTUOSIDAD

<p>Se asocia a la viscosidad en frío e indica la temperatura a la cual un líquido deja de fluir libremente.</p>	<p>Es la propiedad de los aceites que representa su poder para adherirse a las superficies metálicas que necesitan lubricación.</p>
---	---

Nota. La tabla muestra las propiedades distinguidas que poseen el lubricante o aceite hidráulico de maquinarias pesadas. Tomado de: (CHUCHUCA & JADAN, 2020)

2.11.2. Tipos de fluidos utilizados en maquinaria pesada

A continuación, podemos se definirá la denominación de los fluidos hidráulicos empleados en maquinaria pesada con el fin de rescatar sus propiedades y aplicaciones.

Tabla 5

Tipos de fluidos

Denominación	Características	Aplicaciones
HL	Protección anticorrosiva y resistencia al envejecimiento, depresores de punto de congelación y antiespumante.	Equipos que realicen grandes esfuerzos térmicos. Equipos propicios a la corrosión debido a entradas de agua.
HLP	Igual que HL y mayor resistencia al desgaste	Igual que los HL, y equipos con fricciones considerables.
HV	Basados en aceite mineral y poseen un muy alto índice de viscosidad.	Igual que los HLP y equipos con amplios rangos de temperatura de utilización.
HG	Hidráulicos en general y guías. Aditivos anti stock-slip	Empleado en máquina herramienta.

Nota. La tabla muestra las características de los fluidos hidráulicos que se emplean en maquinaria pesada. Tomado de: (INEN, 2013)

Figura 25

Líquido hidráulico



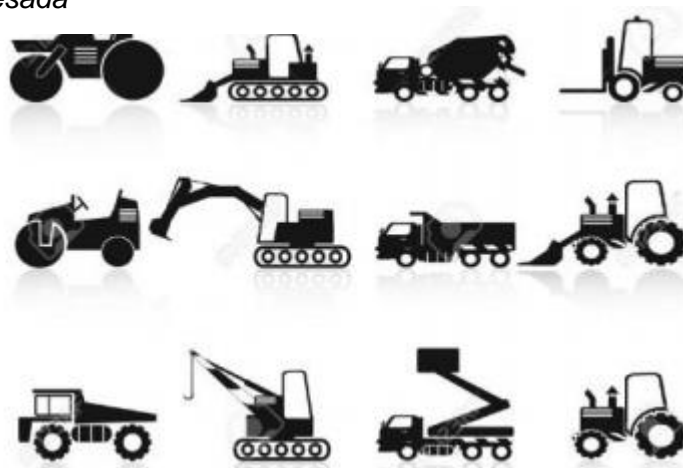
Nota. El gráfico representa un depósito de fluido hidráulico para maquinaria pesada.

Tomado de:(EQUIPOPESADO, n.d.)

2.12. Hidráulica en maquinaria pesada

La aplicación de la energía generada por el aceite a presión en los sistemas hidráulicos de maquinaria pesada, pueden aplicarse para excavar, transportar, perforar, levantar, manipular materia prima, impulsar y controlar equipos móviles como: Excavadoras, Retroexcavadoras, Cargadoras frontales, Montacargas, Tractores, Grúas, Rodillos (Paredes, 2016).

A continuación, en la siguiente imagen podemos apreciar maquinaria pesada que emplean sistemas hidráulicos y son muy utilizadas en campos laborales como: minería, agricultura, petroleras, etc.

Figura 26*Maquinaria pesada*

Nota. El gráfico representa diversas maquinarias pesadas que utilizan sistemas hidráulicos. Tomado de:(Paredes, 2016)

Capítulo III

3. Desarrollo del tema

3.1. Simulación del sistema hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Más adelante se puede apreciar las simulaciones que se simuló en un software como es el Automation Studio un programa de diseño de circuitos hidráulicos donde se puede simular el funcionamiento de cada componente del sistema hidráulico en este caso se simuló circuitos que identifican los componentes o elementos del banco de entrenamiento de maquinaria pesada. Como se puede observar en el Anexo D.

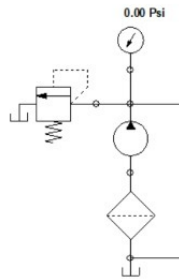
3.1.1. Simulación de circuito de fuerza del banco de entrapamiento de maquinaria pesada.

Como se puede apreciar en la simulación se tiene un depósito donde se centrará el fluido hidráulico, tenemos un filtro que es esencial en un sistema hidráulico para retirar o recoger las partículas o impurezas que se encuentren en el sistema, tenemos la bomba hidráulica el elemento esencial el cual reparte fluido a presión a los demás componentes como las válvulas o motores de giro hidráulicos, tenemos una valva reguladora de presión que podemos regular adecuadamente las

presiones para que no exceda evitando fallas en el sistema de sobre exceso de presión, por último se tiene el manómetro nos informa la presión que circula sobre el sistema si desciende o sube la presión en la simulación para representar las líneas hidráulicas o mangueras del sistema hidráulico.

Figura 27

Simulación de circuito de potencia del sistema hidráulico



Nota. La gráfica muestra la simulación del circuito de potencia del sistema hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

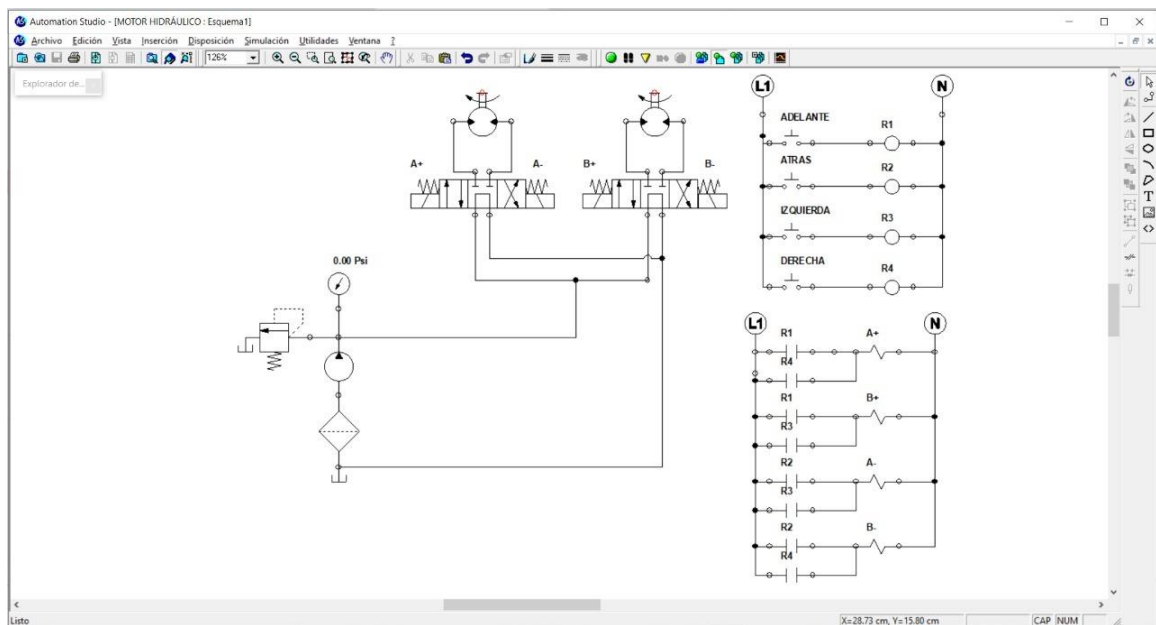
3.1.2. Simulación de circuito de motores hidráulicos de giro.

La simulación no ayuda a identificar los componentes que se van a utilizar en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada esta simulación representa el funcionamiento que se debe dar en el proyecto como se puede observar en la figura 25 podemos observar la constitución de los elementos principales de un sistema hidráulico y los más importantes las electroválvulas que por medio del pulso

electrónico que reciban permitirán el paso y corte de fluido hidráulico al sistema al que esté conectado como en este caso a los motores hidráulicos los cuales se utilizarán para la tracción de las ruedas del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Figura 28

Simulación de circuito de motores hidráulicos

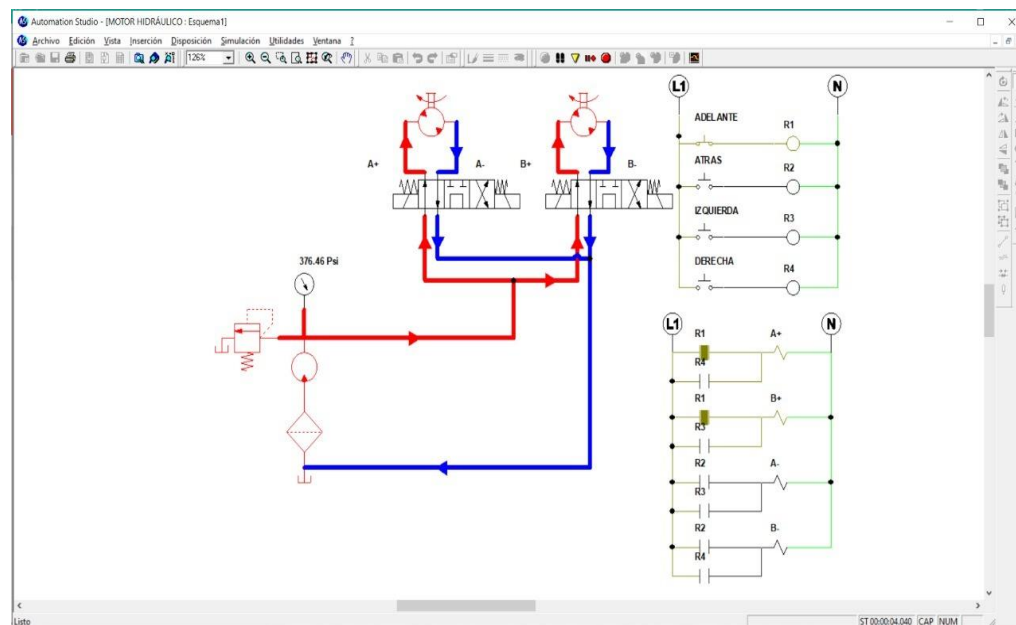


Nota. La gráfica muestra la simulación de la conexión de los motores hidráulicos para el funcionamiento de la tracción de las ruedas del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

En la imagen que se muestra a continuación se puede observar las líneas hidráulicas que accionan a los motores para que la máquina se pueda mover hacia adelante, mediante el uso de válvulas electrónicas, se direcciona fluido, para poder mover los motores en una misma dirección.

Figura 29

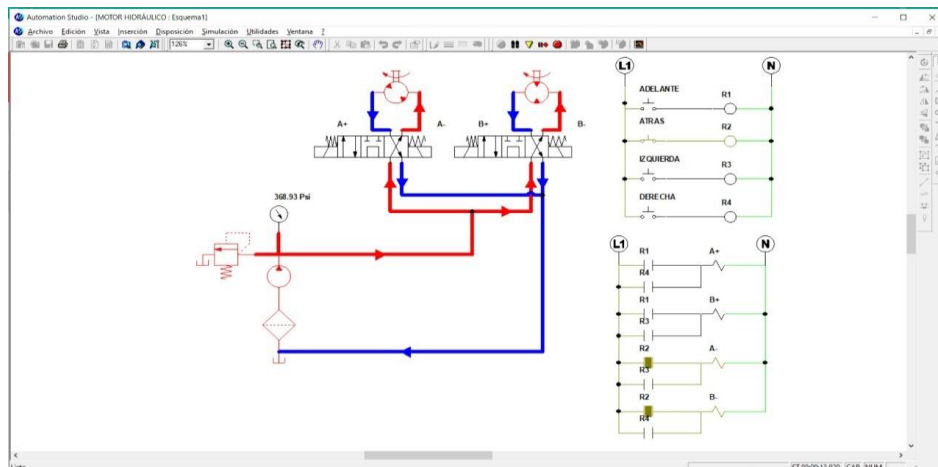
Giro de motor, Adelante



Nota. En la imagen se muestra el circuito hidráulico de los motores accionados, provocando que la máquina avance hacia adelante.

Figura 30

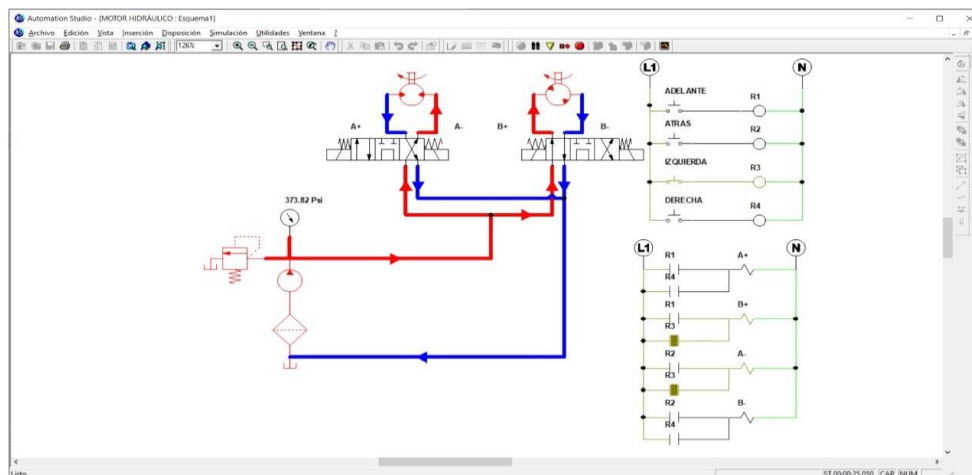
Movimiento de motores, Atrás



Nota. En la imagen se puede ver la disposición de sus válvulas de modo que, el motor de la izquierda gire para adelante y el motor de la derecha hacia atrás.

Figura 31

Movimiento de motor, Izquierda

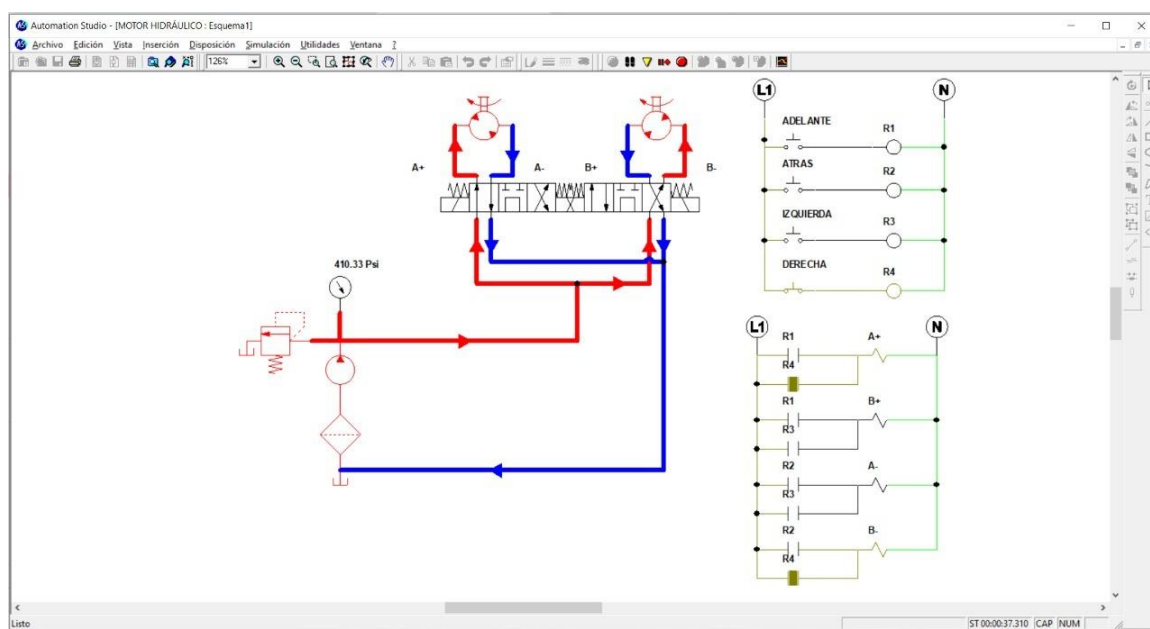


Nota. En la imagen se puede apreciar la conexión de las líneas hidráulicas, haciendo que los motores giren en dirección contraria para poder girar hacia la izquierda.

Para poder realizar el movimiento de la maquina hacia la derecha se debe tomar en cuenta que el accionamiento de las válvulas depende del sentido de giro que se requiere realizar como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 32

Movimiento motor, derecha



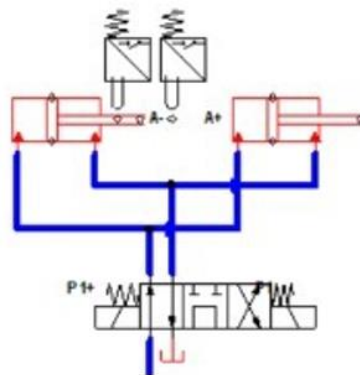
Nota. En la imagen se pueden identificar las líneas hidráulicas que se van a encargar de accionar los motores para que la maquina pueda girar hacia la derecha.

3.1.3. Simulación de conexión del circuito de la pala hidráulica

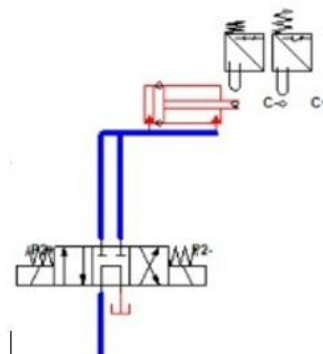
Para la conexión de los cilindros que pertenecen a los brazos de la pala, es importante tomar en cuenta que los dos cilindros deben ser del mismo tamaño y diseño, para que puedan trabajar iguales, ya que se encargan de elevar o bajar los brazos de la pala, y se requiere de una buena coordinación de los mismos, evitando así un movimiento desequilibrado.

Figura 33

Cilindros de los brazos de la pala



Nota. El gráfico muestra la simulación de los 2 cilindros doble efectos que levanta y baja los brazos de la pala y a la vez otro ayuda al funcionamiento de la herramienta del banco de entrenamiento.

Figura 34*Cilindro Pala*

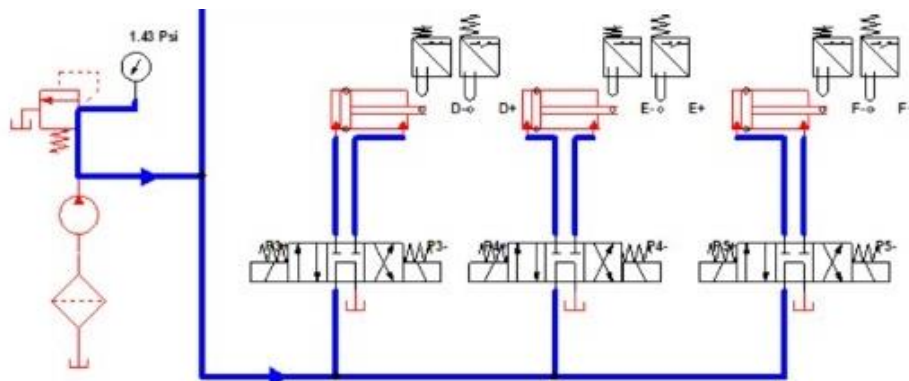
Nota. En la imagen se puede observar al cilindro que es el encargado del accionamiento de la pala, y su correspondiente válvula direccional 4/3.

La simulación del circuito de la pala hace referencia a los componentes reales que se colocaran en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada como se acabó de presenciar en la simulación el elemento principal en este circuito son las electroválvulas que mediante un pulso electrónico o por medio de un elemento que se vaya adaptar en el proyecto con lo que controle para activar el paso de flujo hidráulico hacia los cilindros hidráulicos ayudando al funcionamiento de las herramientas como la pala mecánica.

3.1.4. Simulación del circuito del cucharón del sistema hidráulico.

Figura 35

Simulación de circuito del brazo, pluma y cucharón.



Nota. El gráfico muestra la simulación del circuito del brazo, pluma y cucharón, que son los encargados de realizar los respectivos movimientos de la pluma de la retroexcavadora.

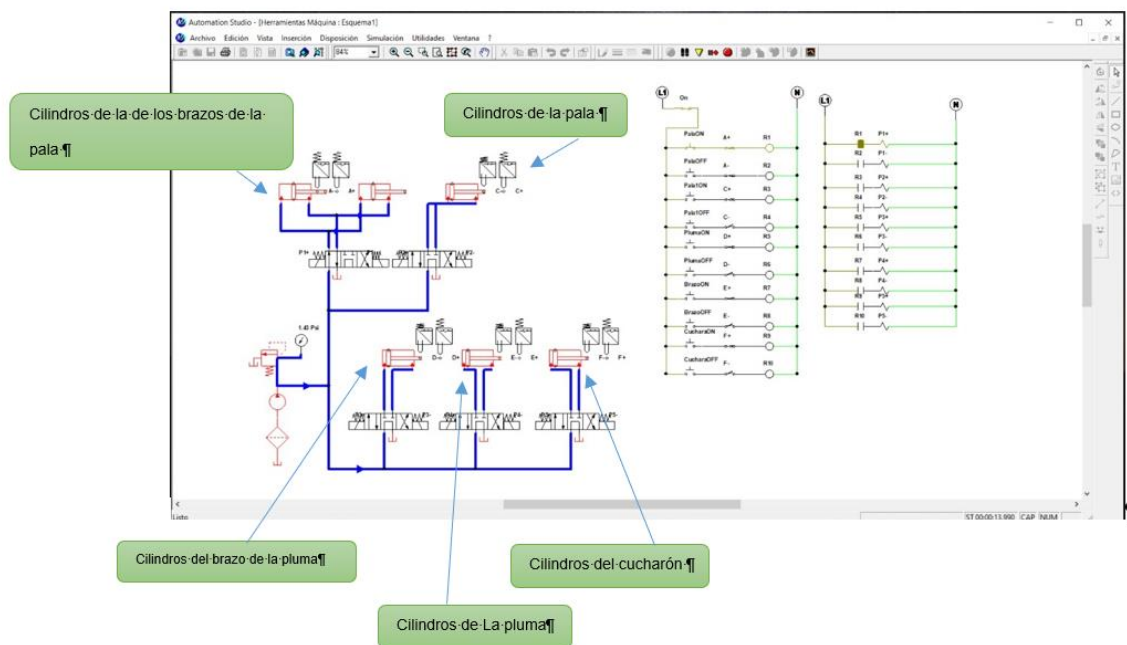
La simulación del cucharón en el software no ayudara a identificar el funcionamiento que cumplen los cilindros doble efecto en el banco de entrenamiento al momento alzar o descender las herramientas como la pluma, el brazo y el cucharón el funcionamiento de este sistema al ser hidráulico está compuesto por electroválvulas direccionales que por medio de activaron electrónica permiten el paso del flujo de aceite a presión a los cilindros, primeramente tomando encuentra los componentes principales como es la bomba hidráulica que es la que genera la potencia necesaria gracias al motor de combustión interna ya que por medio del giro

del volante de inercia ayuda al funcionamiento de la bomba y la abomba se encarga de suministrar el fluido por medio de las líneas hidráulicas a todos los elementos hidráulicos del sistema del banco de entrenamiento donde el componente principal para el funcionamiento es el fluido y el depósito donde se almacena.

En la imagen que se muestra a continuación se puede identificar todo el circuito hidráulico de las herramientas, tanto pluma como pala.

Figura 36

Circuito hidráulico de herramientas de la retroexcavadora



Nota. En la imagen se puede apreciar los cilindros y válvulas que se utilizaron para poder facilitar y simular los movimientos requeridos para las herramientas de la retroexcavadora.

3.2. Selección de los elementos hidráulicos.

A continuación, se puede apreciar los componentes que se seleccionara para para el armado o construcción del sistema hidráulico en un equipo o banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

3.2.1. Bomba hidráulica

Las bombas hidráulicas que se utilizan en maquinaria pesada normalmente son de paletas, pistones o de engranajes cada uno son construidas para soportar grandes presiones de 3000 a 5000 psi dependiendo el peso que se requiera para la selección de la bomba se definirá características, estructura, fuerza, y en este caso la más económicas y eficiente para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Tabla 6

Elección de bomba hidráulica a utilizar

Marca de bomba	VICKERS	Rexroth	HAWE Hydraulik
Tipos de bomba	Bomba de paletas	Bomba de engranajes	Bomba de pistones axial

Marca de bomba	VICKERS	Rexroth	HAWE Hydraulik
Rangos de presión	Hasta 2000 psi	Hasta 3000 psi	Hasta 5000 psi
Velocidades	800 a 1800 RPM	500 a 3000 RPM	750 a 3000 RPM
Cilindrada	6.6 cm^3	0.2 - 200 cm^3	25-800 cm^3
Observación	Esta bomba de paletas se oprime y desliza sobre el estator. Posee un diseño simple en su construcción con un caudal efectivo y fijo. La bomba de pistones es de caudal fijo o variable.		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gran poder de aspiración. ✓ Mantenimiento rápido y sencillo. ✓ Gran poderío de aspiración. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecen un rendimiento de trabajo de un 93% eficiente. ✓ Los engranajes más usados son recto. ✓ Construcción simple. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta eficiencia ✓ Opera a altas presiones ✓ Pose caudal variable facilita un mejor flujo de fluido.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No tiene el mismo grado de hermeticidad se debe elevar el número de paletas para que alcance un punto alto. ✓ Mayor costo de reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exceso de presión puede causar fugas externas. ✓ La forma del engranaje es compleja y de alto costo para su reparación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Costo exuberante del motor y mantenimiento. ✓ Son pesadas debido a su estructura.

Marca de bomba	VICKERS	Rexroth	HAWE Hydraulik
Selección	Elección defectuosa para la solución del tema.	Elección más eficaz para la solución del tema.	Elección defectuosa para la solución del tema.

Nota. Esta tabla muestra las diferencias de bombas hidráulicas que se dispuso para la selección de la bomba adecuada para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

La bomba hidráulica a utilizar en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada será de la marca Rexroth de engranajes esta bomba tiene un conducto de succión donde uno de los engranajes o piñones será impulsado, en este caso por el volante de inercia con una adaptación especial de un motor térmico este engranaje girará en sentido horario mientras que el otro piñón girará en sentido anti horario, el aceite es transportado por los dientes del engranaje llegando a la línea de descarga de la bomba a presión y el de succión viene del depósito.

Estas bombas son de desplazamiento constante cada vez que da una revolución envía un volumen fijo de aceite o lubricante a las válvulas hidráulicos a los que sean conectadas esta bomba, se rescató ya que es eficiente para el banco de entrenamiento se seleccionó por ser una bomba de bajo costo a comparación de las otras bombas que son muy costosas como la bomba de pistones, esta bomba de engranajes es eficiente para abastecer el banco de entrenamiento de maquinaria

pesada con el fin de enviar flujos de aceite a presión a las válvulas y los motores hidráulico a los que se conectaran a través de mangueras de alta presión acta para soportar las presiones enviadas de parte de la bomba.

3.2.2. Deposito hidráulico

Tabla 7

Elección de depósito a utilizar

Depósito	Deposito presurizado	Deposito no presurizado	Deposito cilíndrico diseñado
Uso	Se los emplean en camiones de minería y en rodillos vibratorios.	Se lo emplea en excavadoras, retro excavadoras y en maquinaria para pavimentos.	Se lo emplea en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada.
Acceso a la bomba hidráulica	Posee salida a la bomba y de igual forma por medio de mangueras conectan al retorno poseen drenaje, deflectores y rejillas de retorno y una	Posee salida a la bomba y su receptivo retorno, y posee un respiradero y tapa de llenado normalmente estos tanques son de	Posee una salida a la bomba y de igual manera un retorno con su respectiva tapa de llenado construido esencialmente para el suministro

Depósito	Deposito presurizado	Deposito no presurizado	Deposito cilíndrico diseñado
	válvula de alivio de vacío y la tapa de llenado estos elementos están incluidos en el tanque.	gran tamaño ya que se los emplean en maquinarias pesadas que suministran grandes cantidades de aceite.	adecuado de aceite ala bomba.
Descripción	Los tanques de aceite presurizados son completamente sellados, cuando el aceite o lubricante entra en trabajo en el sistema absorbe calor y se expande, la válvula de alivio deja entrar el aire el aire que entra se comprime y el lubricante o aceite fluye del tanque al	El tanque no presurizado posee un respiradero el cual es importante ya que ayuda a que entre y salga el aire del tanque libremente permitiendo así que la presión que actúa en el lubricante ayude al dispersar adecuadamente el fluido al sistema al que se acople.	El tanque que se diseñó para el banco de entrenamiento posee conductos de salida y retorno hacia la bomba el material para su construcción es de acero.

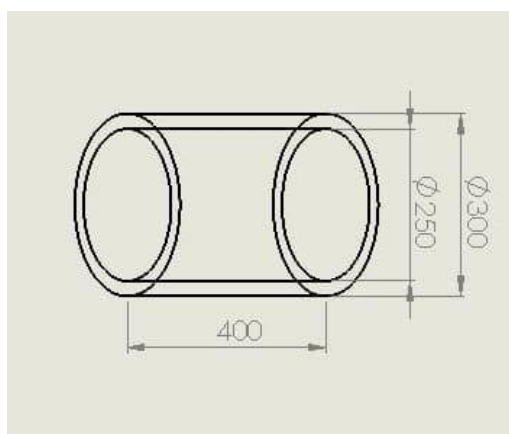
Depósito	Deposito presurizado	Deposito no presurizado	Deposito cilíndrico diseñado
	sistema que se emplee.		
Material	Acero al carbono, inoxidables aleaciones de aluminio con puntos o cordones de suelta especiales	Acero al carbono o acero inoxidables, de acero negro con punto de soldas de especiales.	Acero inoxidable con cordones de seltas fijadas sin imperfecciones.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posee una válvula de alivio de vacío. ✓ Completamente sellado el tanque para evitar fugas o entrada de impurezas al tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posee un respiradero para disipar el aire atmosférico. ✓ El respiradero tiene una especie de filtrante que ayuda que no entre suciedad al tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menor costo de construcción ✓ Menos componentes a aplicar en el tanque solo se los aplica los esenciales como conductos de retorno y salida un tapa de sellado para que evite la entrada de partículas.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor costo de mantenimiento ✓ Mayor costo de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor costo de mantenimiento ✓ Materiales de construcción y componentes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No posee rejillas de retorno tampoco válvulas de

Depósito	Deposito presurizado	Deposito no presurizado	Deposito cilíndrico diseñado
		costosos y difíciles de ubicar en el tanque se ubica con maquinaria o herramientas especiales.	o alivio respiradero. Tiene la similitud de un tanque no presurizado
Selección	Elección defectuosa para la solución del tema.	Elección defectuosa para la solución del tema.	Elección más eficaz para la solución del tema.

Nota. Esta tabla se enfoca a los tipos de tanques o depósitos de fluido hidráulico donde se almacena convenientemente el líquido, previamente uno de ellos se lo seleccionara para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Figura 37

Diseño de depósito en software Solidworks



Nota. El gráfico muestra el largo, ancho y el diámetro del depósito hidráulico a implementar.

El depósito que sé que utilizara para nuestro proyecto es un depósito cilíndrico diseñado ya que es más económico a comparación de los depósitos presurizado y no presurizado ya que ellos están compuesto de aceros forjados o aceros especiales para verdaderas máquinas de maquinaria pesada, en nuestro caso al ser un banco de entrenamiento solo se necesitara un depósito un depósito que se diseñara similar a los depósitos no presurizados ya que este depósito contara con salida de retorno y salida hacia la bomba hidráulica la cual utilizar el fluido para enviar fluido a presión a los demás componentes hidráulicos por medio de cañerías o mangueras de alta presión, este depósito cuenta de igual forma con una tapa de sellado para evitar que ingresen impurezas, además incluye en la tapa un medidor de fluido, este tanque será elaborado de acero inoxidable resistente y anticorrosivo.

3.2.3. Líneas hidráulicas o mangueras de alta presión

Tabla 8

Elección de líneas hidráulicas a utilizar.

Mangueras	SAE 100R2AT	SAE 100R4	SAE 100R16
Díámetro interior	1/2 in	3/4 in	5/8 in
Díámetro exterior	0.86 in	1.20 in	0.98 in
Presión de trabajo	4000 psi	300 psi	3000 psi

Mangueras	SAE 100R2AT	SAE 100R4	SAE 100R16
Temperatura de trabajo	-40°C / 100°C	-40°C / 80°C	-40°C / 100°C
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubo: Nitrilo ✓ Refuerzo: 2 trenzas, alambre ✓ Cubierta: NBR/PVC 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubo: Nitrilo ✓ Refuerzo: 2 trenzas textil y alambre helicoidal. ✓ Cubierta: Neopreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubo: Nitrilo ✓ Refuerzo: 2 Trenzas, alambre ✓ Cubierta: NBR/PVC
Descripción	Se la emplea para trabajar con altas presiones hidráulicas cumple con los requisitos EN853 2SN se emplean en distintos campos industriales, mineros.	Esta hidráulica con presiones fluidos se las utiliza como conductos de retorno cumple con la normativa SAE 100R4	línea trabaja bajas presiones como hidráulicos pequeñas en exterior cumple con los requisitos o normas SAE 100R6
Selección	Elección más eficaz para la solución del tema.	Elección defectuosa para la solución del tema.	Elección defectuosa para la solución del tema.

Nota. Esta tabla muestra la descripción y especificación de las líneas o mangueras hidráulicas de las cuales una de ellas se seleccionará para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

La línea hidráulica a utilizar es la SAE 100R2 AT la cual cumple con las la normativas SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) esta manguera de alta presión es eficiente para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada ya que nos ayuda con el transporte del lubricantes o aceite hacia los diferentes componentes del sistema hidráulico a los que se los conectaran por medio de acoples hidráulicos adecuados para cumplir un buen funcionamiento a la hora de poner en marcha al sistema cuando todo los componentes hidráulicos este muy bien estructurados o definidos, la manguera es de diámetro interior de 1/2 in y de diámetro exterior de 0.86 in las cuales son resistente al temperaras de -40 a 100°C se las emplean en maquinarias pesadas como en retro excavadoras ,maquinaria agrícola, minera y en las fábricas dependiendo el uso que se le desee dar.

3.2.4. Acoples hidráulicos

Para la selección de los acoples hidráulicos se los debe seleccionar dependiendo del diámetro interno de la manguera, dependiendo de eso se utilizará acoples hembras y machos para una conexión adecuado e vitando la existencia de fugas del fluidos hidráulico los acoples hidráulicos los podemos encontrar de diversas formas, marcas, por su tipo de roscado, entre otras características son necesarias para las conexiones en el banco de entrenamiento por lo que se a rescatado los siguientes acoples.

Tabla 9*Elección de acople hidráulico*

Tipo de rosca conectores hidráulico	Rosca Americana
Tipo de conector	Macho de sello anular de rosca recta SAE.
Descripción Acoples para el sistema hidráulico de maquinaria pesada.	<p>Acople macho: El acople hidráulico macho tiene una rosca recta y un sello anular.</p> <p>Acople hembra: La lumbrera o acople hembra tiene la rosca recta y una ranura para el sello anular del acople macho.</p>

Nota. Esta tabla muestra la descripción de los acoples hidráulico eficientes para la aplicación en el tema de trabajo.

3.2.5. Motores hidráulicos

Para la selección de los motores hidráulicos los cuales ayudaran en la tracción o para el movimiento de las ruedas del banco de entrenamiento tenemos los siguientes motores a discutir para su selección

Tabla 10*Elección de motores hidráulicos*

Motores hidráulicos	De engranajes	De pistones
Uso	Estos motores se utilizan para impulsar ruedas o elementos pesados a los que se conecte ya sea por medio de engranajes o algún otro tipo de acoplamiento.	Son motores que se emplean en maquinaria pesada usados para mover máquinas de gran peso como excavadoras, elevador de huinchas
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Su estructura es compacta, posee varios engranes en su interior. ✓ En su operación no produce mucho ruido 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Su estructura es compacta y pesada. ✓ Trabaja a altas presiones 5000psi ✓ En su interior poseen pistones dependiendo a su capacidad de funcionamiento.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Peso liviano a comparación con la de pistones 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor capacidad de trabajo en maquinaria pesada
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No soportan altas presiones ✓ La filtración de agua y el desuso causaría averías en sus engranes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor costo de reparación ✓ Propensas a rozamientos con objetos como las piedras.

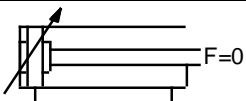
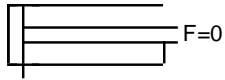
Selección	Elección más eficaz para la solución del tema	Elección defectuosa para la solución del tema
------------------	---	---

Nota. La tabla muestra la descripción de los motores hidráulicos para su respectiva selección que mejor eficacia para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

3.2.6. Cilindros hidráulicos

Tabla 11

Elección de cilindros hidráulicos utilizar

Cilindro hidráulico	Doble Efecto	Simple Efecto
Fabricante	CICROSA	BASTIMEC
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presión de trabajo máxima: 200 bar o 3000 psi ✓ Presión de prueba máxima: 300 bar o 4000 psi ✓ Velocidad de uso máxima: 0.5 m/s ✓ Temperatura de trabajo: -30°C a +90°C. ✓ Trabajo con hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presión de trabajo: 200 bares o 3000 psi. ✓ Velocidad de trabajo del cilindro 0.5 m/s ✓ Temperatura de trabajo: -25°C a +80°C ✓ Fluido de trabajo aceite mineral.
Simbología		

Cilindro hidráulico	Doble Efecto	Simple Efecto
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Este cilindro se impulsa en dos direcciones o sentidos. ✓ Se aprovecha de como carrera útil la longitud del cilindro doble efecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumé menor de aceite a comparación del doble efecto. ✓ Su retorno se realiza por medio de un muelle incorporado en su interior.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las impurezas en el aceite lubricante puede producir picaduras o daños en los cilindros. ✓ Montaje inadecuado en puede provocar un déficit de trabajo del cilindro. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A diferencia del cilindro doble efecto este se impulsa solo en una dirección ✓ Se dañan por exceso de presión
Selección	Selección eficiente para la solución del tema.	Selección deficiente para la solución del tema.

Nota. Esta tabla muestra las características de los cilindros hidráulicos que están dispuestos a su selección para aplicarse en el sistema hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

En el sistema hidráulico se utilizaran los cilindros hidráulicos doble efecto ya que son muy útiles para el levantamiento de las herramientas del banco de entrenamiento de maquinaria pesada como el cucharón y las palas mecánicas con la ayuda de estos cilindros podremos transformar energía hidráulica en energía mecánica logrando mover las herramientas de banco de entrenamiento todo este

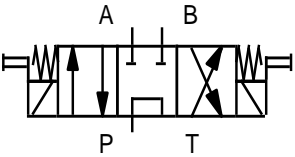
procedimiento se lograra cumplir con todos los componentes adecuados del sistema hidráulico el cilindro doble efecto se lo utiliza porque tiene una mejor eficiencia de trabajo trabaja en dos sentidos

3.2.7. Electroválvulas

Las electroválvulas o válvulas direccionales se las utilizaran para enviar el flujo de aceite electrónicamente para el funcionamiento de los motores de giros hidráulica dependiendo el accionamiento que se utilice para accionarlas permitiendo el paso y reteniendo el paso de fluido hacia los motores a continuación podemos observar en las siguientes tablas se seleccionó las válvulas más eficientes para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada con la finalidad de cumplir la misión de proporcionar fluido a presión a los motores hidráulicos.

Tabla 12

Elección de válvula a utilizar

Válvula direccional NG6		Simbología
Fabricante	HOYEA	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flujo máximo 80 lts/s ✓ Doble solenoide a 24V DC ✓ Presión a tanque ✓ 4 vías 3 posiciones 	

Descripción	✓ Presión de trabajo de 3000 a 4000 psi
--------------------	---

Nota. En esta tabla muestra la selección de electroválvulas más eficiente que se logró investigar que es la válvula direccional NG6 que se utilizara en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Tabla 13

Elección de electroválvula a utilizar

Válvulas direccionales D3W		Simbología
Fabricante	Parker	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voltaje de entrada 12 v DC ✓ Accionado por solenoide. ✓ Flujo máximo 150 lts/s ✓ Presión 3000 psi o 210 bar 	

Nota. La tabla muestra las características de la electroválvula direccional más eficiente que puede encajar en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

La electroválvula a utilizar es una válvula direccional D3W Parker se la va adaptar al banco de entrenamiento de quinaria pesada para que cumpla la función de suministrar fluido hidráulico a presión a los motores de la tracción dependiendo del

accionamiento que se lo designe, mediante programaciones su estructura es liviana y de dimensiones pequeñas con un gran potencial de trabajo esto sería una ventaja para el proyecto la única desventaja que pueden poseer estas electroválvulas es el mantenimiento que se les dé cuando posea alguna avería es el costo.

3.3. Montaje de componentes hidráulicos seleccionados.

A continuación, se puede identificar los componentes que se acoplaran o montara al banco de prueba de maquinaria pesada con el fin de realizar movimientos de las herramientas a través de los elementos hidráulicos como único elemento esencial para el funcionamiento será el fluido o aceite hidráulico a alta presión.

3.3.1. Montaje del tanque hidráulico

Una vez seleccionado el tanque hidráulico que se adaptará al banco de prueba se procede a realizar el montaje del mismo como se observa en la figura 39 el tanque abarca una balde de fluido hidráulico 80W- 90 el cual consta de 6 galones, las dimensiones que posee el tanque hidráulico es de un largo de 40 cm con un alto de 25 cm y lo más importan el tanque posee un diámetro de 30 cm del cual se suministrara fluido a ala bomba hidráulica podemos apreciar el tanque en la figura 30.

Figura 38*Aceite hidráulico*

Nota. La fotografía muestra los aceites que se utilizaron para el funcionamiento del sistema hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada. Dichas especificaciones se pueden identificar en el Anexo E.

Figura 39*Montaje del depósito*

Nota. En la fotografía podemos observar el montaje del depósito hidráulico en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

3.3.2. Montaje de bomba Rexroth hidráulica.

Una vez fijado el motor de combustión interna como se observa en la figura 31 se realizó la perforación del volante de inercia para realizar un acople adecuado con la bomba hidráulica, además se utilizó una base rectangular la cual se emperno con una parte fija del motor de combustión interna, la base se acopla o se monta adecuadamente con la bomba hidráulica como se observa en la figura 41 para el eje de bomba se realizó un acople con el volante de inercia para cuando el motor se acelere el volante dará mayor fuerza de giro a la bomba la cual proporcionara potencia, la bomba normalmente se conectara a mangueras de alta presión que llevara fluido hidráulico a alta presión de parte de la bomba hidráulica, también se enviaran fluido a los motores de giro hidráulico para el funcionamiento de las ruedas del banco de entrenamiento.

Figura 40

Perforación del volante de inercia para adaptación.



Nota. La fotografía muestra la perforación del volante de inercia para una buena adaptación con la bomba hidráulica.

Figura 41

Montaje base rectangular con pernos al motor.



Nota. La fotografía muestra la base rectangular con donde se va a asentar la bomba hidráulica evitando que tenga rozamiento con el volante de inercia.

Se limpió el eje de engrane que se va a acoplar al acople que se construyó para el eje de la bomba hidráulica para su respectivo montaje el cual ayudara a brindar potencia a la bomba por medio del giro del volante de inercia del motor de combustión interna mediante la aceleración que se lo realice, como se observa en la figura 43 se puede ver la bomba hidráulica montada en la base rectangular después de ese proceso más adelante se realizará el montaje de las líneas hidráulicas

Figura 42

Montaje de la bomba hidráulica.



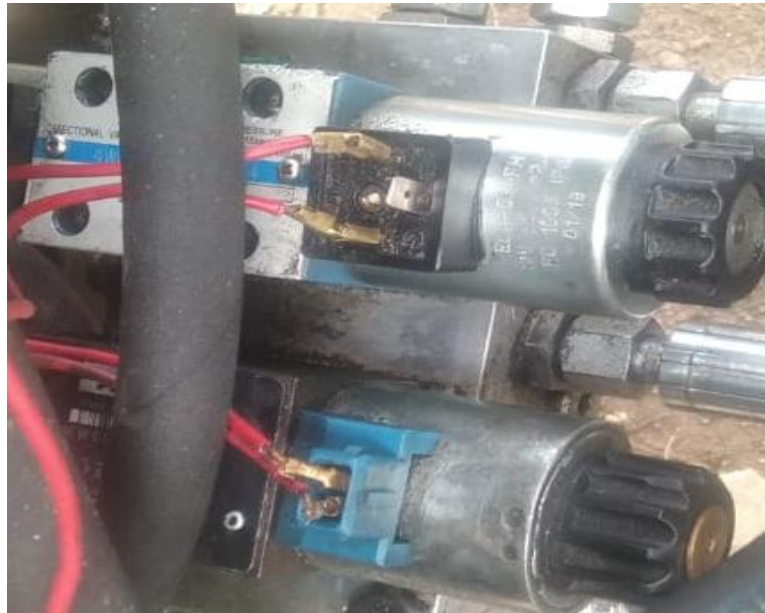
Nota. La fotografía muestra el montaje de la bomba hidráulica la cual se conecta por medio de su eje a un acople esencial que está adaptado al volante de inercia para su funcionamiento.

3.3.3. Montaje de válvulas direccionales o electroválvulas

Se montó las válvulas direccionales en el banco de entrenamiento en la cuales se utilizó tiras de acero como soporte para las válvulas las cuales por medio de soldadura se los soldó a los dos lados del bastidor como un refuerzo y como un soporte para las válvulas hidráulicas las cuales cumplen la función de por medio de un pulso electrónico abrir y cerrar el paso de fluido hacia las herramientas o a los motores de giro hidráulico dependiendo la programación que se utilice para el accionamiento de las válvulas las válvulas tienen regulación de flujo de presión de aceite hacia los motores los cuales puede ayudar a aumentar la presión o disminuir.

Figura 43

Válvulas direccionales – Electroválvulas



Nota. La fotografía muestra el montaje de las válvulas en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Como se observa en la figura 45 también realizamos el montaje de una válvula reguladora de presión manual para regular la presión de la bomba hidráulico en caso de que sobrepase su velocidad, la válvula reguladora se colocó cerca del motor de combustión interna por el motivo de estar cerca de la cabina adecuadamente para su accionamiento y para evitar que tenga rozos con los demás componentes hidráulicos al momento de su funcionamiento.

Figura 44*Válvula reguladora manual*

Nota. La fotografía muestra la válvula reguladora de presión que ayuda manualmente a reducir el flujo de aceite del sistema hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

3.3.4. Montaje de motores hidráulicos

El montaje de los motores hidráulicos se los realizó colocando unas bases adecuadas en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada con el fin de dar tracción a las ruedas de la misma como se observa en la figura 46 se realizó en forma de u donde se monta el motor hidráulico se realizó dos bases ya que se colocaron a los dos lados del banco de entrenamiento.

Figura 45

Bases para el montaje de los motores hidráulico



Nota. La fotografía demuestra la construcción de las bases donde se montaran los motores giro hidráulicos los cuales se centraran en el banco de entrenamiento.

Una vez realizadas las bases se las empernó a los motores y más adelante con el bastidor, como se observa en la figura 47 también se los envió al torno para que se adapten unos piñones para que tengan un buen agarre con la cadena que se les adoptaron igual para que funcionen la tracción de las ruedas del banco de entrenamiento y pueda moverse a voluntad del giro del motor dependiendo el manejo electrónico que se utilice para que las electroválvulas abran el paso de fluido hacia los motores y de su funcionamiento estos motores son de alta resistencia de presión y peso.

Figura 46

Montaje de motor hidráulico a la base.



Nota. La fotografía muestra el montaje de un piñón al eje de salida del motor hidráulico

Como se puede observar en la figura 48 se montó la base con todo motor hidráulico al bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada el mismo procedimiento se lo realizó en los dos lados del mismo la base del motor en este caso va actuar como un templador para templar la cadena que se acoplara para que la tracción de las ruedas del banco de entrenamiento tenga movimiento.

Figura 47

Montaje de base con motor al bastidor



Nota. La fotografía muestra en montaje del motor hidráulico al bastidor del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

La cadena que se observar en la figura 49 nos muestra el montaje de la misma en la cual la cadenas ayudara como un medio de transporte de fuerza y más si se acoplan a engranes como los que están colocados en los motores de giro hidráulicos los cuales que por medio que ellos cumplirán el transporte de fuerza además se cuenta con piñones adicionales que se lo adaptaron en los eje del banco de entrenamiento los cuales son eficientes para el recorrido de la cadenas y se dé la tracción, además los piñones adicionales se los colocaron con alzas para evitar el rozamiento de la cadena con el bastidor del banco de entrenamiento con este se concluyó el montaje de los motores hidráulicos

Figura 48

Montaje cadena al piñón del motor



Nota. La fotografía muestra la adaptación de la cadena al motor hidráulico al piñón y demás componentes utilices para su recorrido.

3.3.5. Montaje de líneas hidráulicas con sus respectivos acoples.

Para el montaje de las mangueras o líneas hidráulicas primero se realizó las respectivas medidas de manguera que se necesita para cada componente hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada con el fin de ahorrar y no desperdiciar manguera, a la vez que se medía las distancias de colocación de las mangueras a los componentes, también se le adaptó los acoples hidráulicos aptos

para las mangueras y para los elementos hidráulicos como los motores, válvulas, cilindros, bombas y depósito cada uno con su respectivo acople hidráulico para esto de utilizo acoples americanos hembra y macho con rosca americana.

Figura 49

Conexión de mangueras a la válvula manual



Nota. La fotografía muestra el acoplamiento de las líneas hidráulicas con sus respectivos acoples a la válvula reguladora manual.

Los acoples hidráulicos ayudan de manera eficiente a evitar fugas ya que contienen en sus interiores pequeños retenedores más es en el caso del acople hembras de esa manera se evita la fuga o salida del lubricante, además las líneas o mangueras hidráulicas son aptas para resistir presiones de 3000 psi que abastece la bomba hidráulica, siendo la bomba de más psi las mangueras serían más resistentes, de mayor diámetro y espesor.

Figura 50

Conexión de mangueras a los motores hidráulicos.



Nota. La fotografía muestra la conexión de mangueras hidráulicas a los motores hidráulicos que viene desde las válvulas direccionales.

Figura 51

Conexión de mangueras hidráulicas completa



Nota. La fotografía muestra la conexión completa de líneas hidráulicas de los elementos hidráulicos válvulas depósito, y la bomba hidráulica.

3.3.6. Montaje de cilindros hidráulicos

Para el montaje de los cilindros hidráulicos en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada se utilizó bujes, un eje para la pala mecánica con las cuales se conectaron los dos cilindros utilizados para los brazos de la pala en el mismo eje se utilizó otro cilindro que se acoplo a otro eje de las pala mecánicas para dar su funcionamiento de descenso y ascenso de la misma, para tapar el eje se utilizó tubos hueco con juego para evitar que se queden trabadas al momento de accionar los cilindros, de igual manera se utilizó tres cilindros doble efecto para el cucharon, brazo y la plumas en total se utilizaron 6 cilindros doble efecto.

Figura 52

Conexión de mangueras a cilindros hidráulicos.



Nota. La gráfica muestra la conexión de las mangueras con su respectivo acoplamiento al cilindro doble efecto.

Capítulo IV

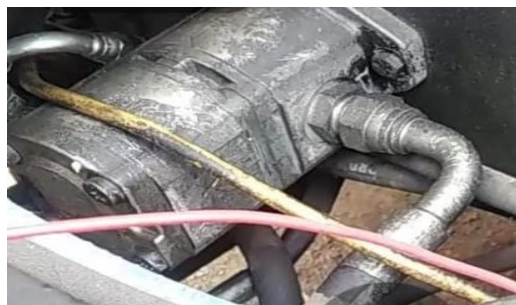
4. Prueba de funcionamiento del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada

4.1. Prueba de funcionamiento de la bomba hidráulica

El motor de combustión interna que se encuentra en el banco de entrenamiento proporciona rpm a la bomba hidráulica la cual cumple la función de enviar fluido a alta presión a los demás componentes del sistema hidráulico como son las válvulas, y a las herramientas por medio de líneas hidráulicas o mangueras de alta presión, en fin la bomba se adapta por medio de una base al volante de inercia del motor de combustión interna dependiendo de la revolución del motor la bomba envía fluido a alta presión al sistema hidráulico.

Figura 53

Conexiones de bomba hidráulica



Nota. La fotografía muestra las respectivas conexiones de una bomba hidráulica para posteriormente realizar la prueba de funcionamiento en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada

4.2. Prueba de funcionamiento de electroválvulas hidráulicas

Tomando en cuenta que banco de entrenamiento cuenta con un cuerpo de válvulas direccionales o electroválvulas las cuales son controladas por medio de control electrónico, básicamente las válvulas electrohidráulicas o direcciones nos ayuda a general potencia en velocidad con ayuda de los demás elementos hidráulicos como la bomba, el lubricante, y las líneas hidráulicas y el elemento primordial que es el depósito.

Una vez conectadas la válvulas direccionales o electroválvulas la función que cumplen estas son transmitirá potencia a presión los motores hidráulicos o motor de giro a través de líneas hidráulicas el sistema cuenta con una válvula reguladora de presión manual la válvulas reciben la potencia de la bomba hidráulica con este proceso los motores hidráulicos tramiten potencia a las ruedas del banco de entrenamiento de maquinaria pesada los motores de giro hidráulicos esta acoplados a un engranaje que ayuda a tener una mejor tracción de las ruedas.

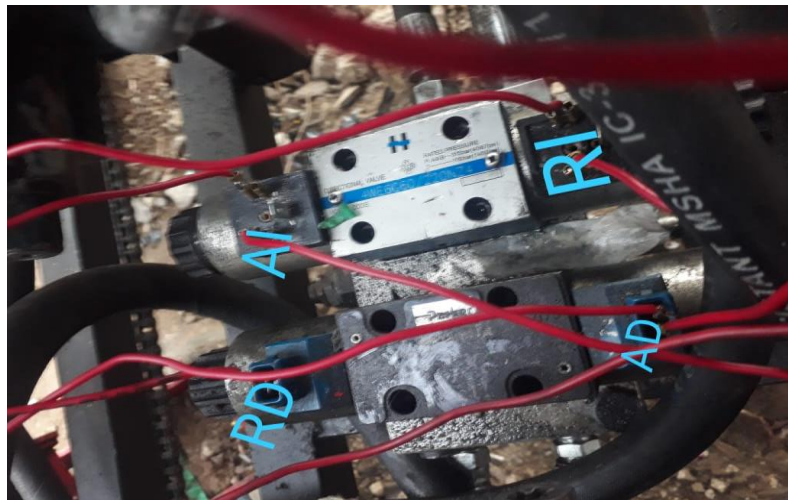
Se debe tomar en consideración lo siguiente sobre el accionamiento de las electroválvulas para el funcionamiento de la tracción de las ruedas:

- Mediante los joysticks puede controlar la apertura y cierre de las electroválvulas direccionales de la tracción.
- La válvula reguladora de presión manual ayuda a controlar la presión del fluido que se envía a las válvulas.

- Las electroválvulas son utilizadas para que las rudas tengan tracción mediante el motor de giro hidráulico cada válvula especifica la dirección del motor ya sea que las ruedas se propulsen para delante o para atrás o reversa.

Figura 54

Prueba de electroválvulas direccionales



Nota. La fotografía muestra la prueba del funcionamiento de las electroválvulas direccionales.

4.3. Prueba de funcionamiento de motores hidráulicos

La electroválvulas direccionales son las que envían el flujo a presión por medio de las líneas hidráulicas a cada motor hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada cada uno se activa de acuerdo a la señal que envía las electroválvulas las cuales son controladas electrónicamente con ayuda de los joystick

los motores hidráulico poseen una adaptación de un piñón grande al cual se le acoplo una cadena la cual al momento de la activación de estos motores ayuda a la propulsión de las ruedas con ayuda de un piñón pequeño como templador, la consideración que se debe tomar de parte de los joystick son:

- Los joysticks al momento de mandar una señal hacia adelante las válvulas van a permitir el paso de fluido hacia los motores para que los dos funcionen al mismo tiempo para que su movimiento sea delantero
- Al momento de accionar el joystick hacia atrás los motores dan reversar al mismo tiempo no se necesita de aceleración para este proceso.

Figura 55

Prueba de motores hidráulicos



Nota. La fotografía muestra la instalación de los motores hidráulicos para poder realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de los motores hidráulicos en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

4.4. Prueba de funcionamiento de cilindros hidráulicos

La implementación del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento también consta de componentes como los cilindros los cuales como se puede observar en la siguiente figura 57 son cilindros doble efecto que se implementaron en el banco de entrenamiento , la función que cumplen estos elementos es que están conectados a líneas o manguera hidráulicas de alta presión donde circula fluido hidráulico para que los cilindros funcionen adecuadamente, en si por medio de los cilindros realizar el movimiento de las herramientas del banco de entrenamiento, el control es por medio electrónico para cada cilindro se tiene un cuerpo de válvulas que envían el flujo a presión dependiendo la activación electrónica por medio de los movimientos o maniobras de los joystick, en si el movimiento de los joystick es basada mediante la programación electrónica que se encuentra en proyecto más adelante se puede apreciar las pruebas específicas del funcionamiento de los cilindros hidráulico.

Figura 56

Prueba de cilindros hidráulicos del cucharón.



Nota. La fotografía demuestra la prueba de funcionamiento de los cilindros doble efectos del cucharón del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Para el accionamiento de los cilindros y control de las herramientas se los controla mediante los joysticks como se puede apreciar en la figura 58 el funcionamiento se basa mediante la manipulación electrónica del joystick dependiendo el uso que designe el operario en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

Figura 57

Prueba de cilindros hidráulicos de la pala.



Nota. La fotografía muestra la prueba de funcionamiento de los cilindros de la pala del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

El funcionamiento de la pala de igual manera es controlado con joystick los cuales ayudan a accionar a las válvulas dando una señal de apertura para que el fluido hidráulico pase por las mangueras de alta presión hacia los cilindros de esa

manera el cilindro realizara su trabajo dependiendo la maniobra que realice el operario ya sea alzar, subir, recoger o votar el objetos o materiales que se encuentren en la pala.

Capítulo V

5. Marco administrativo

5.1. Recursos humanos

Los individuos que participaron en el proceso de este proyecto de titulación se especifican en la siguiente tabla, en la misma que se detalla el aporte específico de cada uno de los contribuyentes.

Tabla 14

Recursos humanos

Nombres	Aporte
Chiluiza Vargas Kevin Paúl	Edificación y elaboración del proyecto.
Ing. Jaime León Almeida.	Director y asesor general de Monografía.

5.2. Recursos tecnológicos

Se admiten recursos tecnológicos a todos los equipos que prestaron ayuda para la construcción del proyecto de titulación, tanto en la parte textual como en el avance práctico del mismo; a continuación, en la siguiente tabla podemos definir recursos tecnológicos con sus respectivos valores

Tabla 15

Recursos Tecnológicos

Orden	Recurso tecnológico	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Automation Studio	1	\$ 40.00	\$40.00
2	MICROSOFT OFFICE	1	\$50.00	\$100.00
			Total:	\$90.00

5.3. Recursos Materiales

Los recursos materiales son todos los elementos mecánicos utilizados para el avance del proyecto de titulación, en la siguiente tabla podemos observar dichos recursos con sus respectivos valores.

Tabla 16*Recursos Materiales*

Orden	Recurso material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Bomba hidráulica	1	\$130.00	\$130.00
2	Motores Hidráulico	2	\$100.00	\$200.00
3	Cilindros	6	\$50.00	\$300.00
4	Deposito Hidráulico	1	\$40.00	\$40.00
5	Válvula reguladora de caudal	1	\$70.00	\$70.00
6	Líneas hidráulicas	9	\$8.00	\$72.00
7	Lubricante hidráulico	1	\$50.00	\$50.00
8	Válvulas direccionales 4/3	2	\$150.00	\$300.00
9	Acoples hidráulicos	18	\$4.00	\$72.00
			Total:	\$1234.00

5.4. Presupuesto

Una vez concluyentes los consumos de los recursos tecnológicos y materiales ayudaron a la construcción del proyecto de titulación, a continuación, podemos observar en la siguiente tabla los valores invertidos de los recursos y

además se agrega un presupuesto de entrevistas que se utilizaron en el tiempo de elaboración del proyecto.

Tabla 17

Presupuesto

Orden	Recursos	Total
1	Recursos tecnológicos	\$90.00
2	Recursos materiales	\$1234.00
3	Imprevistos	\$170.00
Total:		\$1494.00

Capítulo VI

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Se implementó el sistema hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe.
- Se recogió información mediante la utilización de sitios web, libros, ensayos, revistas, con el fin de comprender satisfactoriamente el concepto de sistemas hidráulicos aplicados en maquinaria pesada.
- Se seleccionó los componentes necesarios para la implementación del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento con la orientación de las investigaciones realizadas.
- Se realizó el montaje del sistema hidráulico en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada con el fin de realizar movimiento de piezas u objetos.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos del sistema hidráulico ya sean motores hidráulicos, bomba hidráulica, electroválvulas, depósito verificando que no existan fallas al momento de poner en marcha el banco de entrenamiento de maquinaria pesada, utilizando los parámetros especificados en el Anexo B.
- Para el funcionamiento óptimo del banco de entrenamiento de maquinaria pesada debe utilizarse el fluido o aceite adecuado como lo es el 80W-90 para que tenga un buen desempeño en su trabajo, el aceite ayuda al sistema a refrigerar y a la vez a lubricar elementos móviles evitando el roce entre pieza.
- Se recomienda purgar los sistemas hidráulicos para evitar que en su interior exista aire que descontrola el funcionamiento de cualquier máquina pesada además es necesario que cuente con un filtro el cual ayudara a retener las impurezas evitando que entre a los sistemas hidráulicos.

Bibliografía

- Alfaro, J. (s.f). *Circuitos de fluidos.Suspensión y dirección*. Recuperado el 29 de Julio de 2021,de circuitos hidraulicos y fluidos:
https://www.academia.edu/17178998/Circuitos_de_Fluidos_Suspensi%C3%B3n_y_Direcci%C3%B3n?fbclid=IwAR1Ein0YE3in6h0AzNwtj51uDCJbBzINK-SSC0Ta298U2vIByeJC-9Agw18
- ARMAS, D. F. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA*.Recuperado el 29 de Julio de 2021,de repositorio ute:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14218/1/67328_1.pdf.
- Bosh. (09 de Abril de 2020). *Bosh*.Recuperado el 10 de Julio de 2021, de Bosch:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.interempresas.net%2FAutomocion%2FFeriaVirtual%2FProducto-Bombas-hidraulicas-de-caudal-fijo-Rexroth-Bosch-Group-A2FO-158918.html&psig=AOvVaw1P6Xw3cMXywG7KEHCSPPCY&ust=1624164672988000&source=images&cd=v>
- Bosh group. (6 de Abril de 2021). *Bosh group*. Recuperado el 10 de Julio de 2021,de Bosch:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.interempresas.net%2FAgricola%2FFeriaVirtual%2FProducto-Bombas-hidraulicas-de-caudal-variable-Rexroth-Bosch-Group-A10VO-y-A10VSO-158920.html&psig=AOvVaw0ldCsHg3FAQ7H_bg7cpfzL&ust=1624164832577000&source
- Castro, M. (23 de Diciembre de 2015). *INSUMOS & SERVICIOS INTERNACIONALES-DATOS GENERALES BOMBAS Y MOTORES HIDRAULICOS*.Recuperado el 15 de Junio de 2021,de bombas y equipos hidraulicos:
https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Finsumosintl.com%2F2015%2F12%2F23%2Falgunos-datos-generales-sobre-las-bombas-y-motores-hidraulicos%2F&psig=AOvVaw3lNqasf3wYZPamKQpWRRvn&ust=1614126022832000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QJhxxqFwoTCKDo6ZTe_u4C
- CIVIL, B. (5 de 12 de 2020). *Teorema de Bernoulli – Mecánica de Fluidos*. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de Bookcivil: <https://bookcivil.com/hidraulica/teorema-de-bernoulli-mecanica-de-fluidos/>
- EHISAStore. (2021). *Extrema Presión*.Recuperado el 10 de Agosto de 2021,de:
<http://www.ehisastore.mx/index.php/en/productos/mangueras/hidraulicas/extrema-presion>

- Galvis, C. A. (s.f). *ACEITES HIDRAULICOS*. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de Equipo pesado: <http://equipopesado28007.blogspot.com/2007/07/aceites-hidraulicos.html>
- HIDALGO, J. P. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA*. Recuperado el 26 de Agosto de 2021, de Repositorio UTE: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14086/1/65592_1.pdf.
- Industrial, A. (15 de Agosto de 2016). *Neumática, Hidráulica, MicroControladores y Automatas*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de Neumática e Hidraulica: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2011/08/bombas-hidraulicas-2-bombas-de.html>
- Ingemecanica. (s.f). *Sistemas Hidráulicos*. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de Ingemecanica: <https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn212.html>
- IZURIETA, D. J. (2012). *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”*. Recuperado el 28 de Agosto de 2021, de Repositorio Espe: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/6375/T-ESPE-CDT-0988.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JADAN, K. A. (2020). *Diagnóstico del fluido hidráulico de la maquinaria pesada utilizada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Azuay, mediante el conteo de partículas, para determinar su estado*. Recuperado el 29 de Julio de 2021, de Fluidsistem: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19421/1/UPS-CT008870.pdf>
- León, H. (s.f). *Principio Bernoulli*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2021, de Wordpress: <https://hemanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/principio-bernoulli/>
- Leonardo, R. P. (2015). *Implementación del Sistema Hidráulico de la Excavadora Portátil*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Repositorio utn: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4797/1/05%20FECYT%202353%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
- MARKETING, E. (30 de Noviembre de 2017). *MACIPRESSTEC-TIPOS GENERALES DE MANGUERA DE ALTA PRESION*. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de Maxipresstec: <https://www.maxipresstec.com/tipos-generales-manguera-de-alta-presion/>
- Oleohidraulicavenado. (s.f). *MANGUERA HIDRAULICA SAE 100 R7*. Recuperado el 09 de Junio de 2021, de Oleohidraulicavenado: <https://oleohidraulicavenado.com.ar/ventas/l%C3%ADnea->

agr%C3%ADcola/mangueras-hidr%C3%A1ulicas-baja-presi%C3%B3n/manguera-hidraulica-sae-100-r7-detalle

PESADA, M. (s.f). <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2828-manual-motores-bombas-hidraulicas-funcionamiento-clasificacion>. Recuperado el 14 de Agosto de 2021: <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2828-manual-motores-bombas-hidraulicas-funcionamiento-clasificacion>

radavigo. (1 de Marzo de 2020). *radavigo.net*. Recuperado el 3 de Abril de 2021, de [radavigo.net](https://rodavigo.net/es/p/bomba-hidraulica-de-engranaje-grupo-3-snp-390-d-co-03-danfoss/09100M04736): <https://rodavigo.net/es/p/bomba-hidraulica-de-engranaje-grupo-3-snp-390-d-co-03-danfoss/09100M04736>

Resumenea. (4 de Mayo de 2018). *Ley de pascal*. Recuperado el 3 de Abril de 2021, de: <https://resumenea.com/principio-de-pascal/>

SALAZAR, R. B. (2018). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS-SISTEMA HIDRÁULICO DE PRESIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA*. Recuperado el 12 de Junio de 2021 de, Repositorio utn: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8558/1/04%20MEC%20236%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Sanchez, H. A. (Diciembre de 1992). *Sistemas Hidraulicos*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de Core: <https://core.ac.uk/download/pdf/11054282.pdf>

Sumatec. (s.f). *MANGUERAS HIDRÁULICAS*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Sumatec: <https://sumatec.co/mangueras-hidraulicas-que-tipos-existen/>

Tomás González, G. d. (s.f). *Circuitos de fluidos.Suspensión y dirección*. https://www.academia.edu/17178998/Circuitos_de_Fluidos_Suspensi%C3%B3n_y_Direcci%C3%B3n?fbclid=IwAR1Ein0YE3in6h0AzNwtj51uDCJbBzINK-SSC0Ta298U2vIByeJC-9Agw18.

WIDMAN. (12 de Diciembre de 2020). *Mantenimiento Proactivo*. Recuperado el 26 de Abril de 2021, de Widman: <https://www.widman.biz/Productos/filtros-hidraulico.php>

Alberto, H., Sanchez, G., Hi, D. E. L. O. S. S. I. S., & Cos, D. I. (1992). *Sistema s h i d r a u l i c o s. hugo alberto gonzalez sanchez*.

Arias, D. J., & Costa, J. F. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN*. Recuperado el 19 de Abril de 2021, de Repositorio espe:<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6375/1/T-ESPE-CDT-0988.pdf>

- Bowman. (2017). *Enfriadores de Aceite Hidráulico*. Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de Hydraulic oil: https://www.ej-bowman.com/wp-content/uploads/2019/10/Hydraulic-Oil-Cooler-Brochure_Spanish.R.pdf
- CHUCHUCA, K. A., & JADAN, E. M. (2020). *Diagnóstico del fluido hidráulico de la maquinaria pesada utilizada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Azuay, mediante el conteo de partículas, para determinar su estado*. Recuperado el 11 de Julio de 2021, de UPS: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19421/1/UPS-CT008870.pdf>
- Equipo de Marketing. (2017). *TIPOS GENERALES DE MANGUERA DE ALTA PRESION. MAXIPRESSTE*. Recuperado el 24 de Agosto de 2021, de Mangueras de alta presión: <https://www.maxipresstec.com/tipos-generales-manguera-de-alta-presion/>
- EQUIPO PESADO. (n.d.). *ACEITES HIDRAULICOS*. Equipopesado. Recuperado el 14 de Abril de 2021, de Equipo pesado: <http://equipopesado28007.blogspot.com/2007/07/aceites-hidraulicos.html>
- Gaona, K. P. (2014). *TANQUE HIDRÁULICO*. Mecatronica Un Espacio Para Aprender Más. Recuperado el 18 de Agosto de 2021, de Blogspot: <http://karlagaona.blogspot.com/2015/02/t-anque-hidraulico-karla-patricia-gaona.html>
- Hernández, L. (2017). *Tema : Principio de Pascal Resumen*. Recuperado el 17 de Junio de 2021, de uaeh docencia: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa_ixtlahuaco/2017/optica.pdf
- I, C. P. P. R., Romantchik, C. E., li, K., Pérez, C. L., & li, S. (2013). *Evaluación de dos bombas hidráulicas de engranajes de desplazamientos 32 y 50 cm³ / rev*. *Evaluation of two hydraulic gears pumps of displacements*. 22, 58–62.
- INEN. (2013). *Ex Ac. Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2002*(Primera edicion), 6–7.
- Instituto de Física y Astronomía. (2000). *Dinamica de Fluidos: Principio de Bernoulli*. 3–26. Recuperado el 20 de Abril de 2021, de Física y Astronomía: http://www.dfa.uv.cl/~jura/Fisica_I/semana_XIII_2.pdf
- LANCHIMBA, R. B. (2018). *Diseño Y Construcción De La Estructura De Una Máquina Universal De Ensayos Destructivos-Sistema Hidráulico De Presión Para La Carrera De Ingeniería En Mecatrónica*. 127. Recuperado el 29 de Abril de 2021, de Repositorio utn: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8558/1/04 MEC>

236 TRABAJO DE GRADO.pdf

- Ledesma, M. A. (2015). *ANÁLISIS DE ACEITE HIDRAULICO PARA IDENTIFICAR COMPONENTES DE DESGASTE EN EL SISTEMA DE IMPLEMENTOS DE EXCAVADORAS 336DL CAT.*
- LEY, P. (2018). *El Principio o Ley de Pascal: Definición y Aplicaciones en la Vida Cotidiana.* Resumenea. Recuperado el 29 de Agosto de 2021, de Resumenea: <https://resumenea.com/principio-de-pascal/>
- Manobanda, E., & Paredes, D. (2012). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para cilindros de doble efecto con presión hasta 3000 psi.* 228. Recuperado el 11 de Abril de 2021, de Repositorio ups: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3793/6/UPS-KT00037.pdf>
- Paredes, J. P. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA EXCAVADORA* [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL]. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de Repositorio ute: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14086/1/65592_1.pdf
- Qingdao HQ Import & Export Co., L. (2013). *Los acoplamientos de rebordeado galvanizado hierro maleable accesorios de tubería.* Made-in-China. Recuperado el 2 de Septiembre de 2021, de Materiales hidráulicos: https://es.made-in-china.com/co_hqpipeline/product_Galvanized-Beaded-Couplings-Malleable-Iron-Pipe-Fittings_eieohrogy.html
- Ramos, V., & Fernando, L. (n.d.). *Conocimiento general de sistema hidraulico.*
- Ruano & Taimal. (2015). *Implementación del Sistema Hidráulico de la Excavadora Portátil, Impulsada por un Motor a Gasolina.* 2015. Recuperado el 5 de Septiembre de 2021, de Sistemas hidráulicos: <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- Sataloff, R. T., Johns, M. M., & Kost, K. M. (n.d.). *FICHAS TÉCNICA MAGUERAS HIDRÁULICAS.* Recuperado el 13 de Agosto de 2021, de Manplesco: <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>
- Sataloff, R. T., Johns, M. M., & Kost, K. M. (2018). *SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LA MAQUINARIA AGRÍCOLA.* Recuperado el 29 de Agosto de 2021 de Epoch: <http://cimogsys.epoch.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-151331-83 Sistemas hidraulicos.pdf>

- Seguridad, P. E. N. (2016). *Visite nuestro Catálogo de Productos*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de Seguridad: <https://www.poberaj.com.ar/documentacion/fichas-tecnicas/M-Mangueras-Hidraulicas/mangueras-hidraulicas-poberaj-sa.pdf>
- Técnico, D. (2001). *MANUAL DEL ESTUDIANTE INSTRUCCIÓN TÉCNICA CURSO : Hidráulica I y II TEMA : Concpptos Básicos , Componentes*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2021, de Manual del estudiante: <http://www.ceduc.cl/aula/lebu/materiales/IC/IC-410/MANUAL DEL ESTUDIANTE HIDRAULICO.pdf>
- Torres, B., Río, G. del, Tena, J., & González, T. (2008). *Circuitos de fluidos. Suspensión y direccion*. 480. Recuperado el 7 de Septiembre de 2021, de Books: <http://books.google.com/books?id=502pzpl6YqMC&pgis=1>
- TUFIÑO, D. F. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA CARGADORA FRONTAL [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL]*. Recuperado el 29 de Agosto de 2021, de Repositorio ute: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14218/1/67328_1.pdf

Anexo