



Implementación del Sistema de Tracción Hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE

Ortega Carrillo, Francisco Alejandro

Departamento de Ciencias de Energía Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

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

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

9 de septiembre del 2020



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, ***“Implementación del Sistema de Tracción Hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”*** fue realizado por el señor **Ortega Carrillo, Francisco Alejandro** la cual ha sido revisada y analizada 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 de 2020

.....
León Almeida, Jaime Eduardo
C. C.: 172009123-8

RESULTADO DE ANALISIS URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Monografia final Ortega Carrillo, Francisco Alejandro
Urkund.docx (D78734512)
Submitted: 9/7/2020 6:50:00 PM
Submitted By: faortega4@espe.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/667/1/T-UIDE-0612.pdf>
<https://docplayer.es/146796651-Escuela-politecnica-del-ejercito-extension-latacunga-carrera-de-ingenieria-automotriz.html>
<https://docplayer.es/66841878-Diseno-y-construccion-de-un-equipo-para-realizar-practicas-de-oleohidraulica.html>

Instances where selected sources appear:

19

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "León Almeida", written over a horizontal dotted line.

León Almeida, Jaime Eduardo
C. C.: 172009123-8



CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Ortega Carrillo, Francisco Alejandro con cédula de ciudadanía n° 1804398764, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: “Implementación del Sistema de Tracción Hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías 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 2020.



.....
Ortega Carrillo, Francisco Alejandro
C.C. 180439876-4



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Ortega Carrillo, Francisco Alejandro** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación del Sistema de Tracción Hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, septiembre 2020.

.....
Ortega Carrillo, Francisco Alejandro
C.C. 180439876-4

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a Mi Madre Jacqueline que fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, forjo en mí las bases de responsabilidad y deseo de superación constante, ella es el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes son infinitas y su gran corazón me lleva a admirarla cada día más.

Gracias Dios por concederme a la mejor de la Madre del universo

A mi Padre, Hermanos y Sobrinos que son personas que me han ofrecido amor y calidez de la familia a la que amo.

Ortega C. Francisco Alejandro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la salud y vida cada día, a la maravillosa familia que me han otorgado, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por haberme aceptado ser parte de ella, así como también a los docentes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, por brindarme su sabiduría sus consejos para seguir adelante y sobre todo su amistad.

Mi agradecimiento va dirigido a mi tutor del proyecto Ing. León Jaime por haber aceptado y guiado a realizar mi proyecto de titulación.

Para finalizar, también agradezco a todos quienes fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de estudio Universitario ya que gracias a la amistad, compañerismo y apoyo moral aportaron gran porcentaje en mis ganas de seguir adelante con mi vida profesional

Ortega C. Francisco Alejandro

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	1
CERTIFICACIÓN.....	1
RESULTADO DE ANALISIS URKUND.....	2
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	3
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN.....	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I.....	17
1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Planteamiento del problema	18
1.3 Justificación e importancia	20
1.4 Objetivos.....	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.2 Específicos	21
1.5 Alcance.....	22
CAPÍTULO II.....	23
2 MARCO TEÓRICO	23
2.1 Historia del sistema de tracción.....	23
2.1.1 Sistema de tracción hidráulica.....	24
2.2 Función del sistema de tracción hidráulica.....	25
2.2.1 Tipos de sistemas de tracción.....	26
2.2.2 Convencionales.....	26
2.2.3 Tracción asistida	27
2.2.4 Doble Tracción	27
2.2.5 Orugas	28
2.2.6 Requerimientos generales.....	29
2.3 Componentes principales de un sistema de Tracción Hidráulico	30

2.4	Tanques hidráulicos	31
2.4.1	Tipos de tanques hidráulicos	31
2.4.2	Componentes del tanque hidráulico.	33
2.5	Acumuladores	35
2.5.1	Tipos de acumuladores.....	36
2.5.2	Acumulador contrapeso	36
2.5.3	Acumulador de resorte.....	37
2.5.4	Acumulador cargado por gas.....	38
2.6	Funciones de los acumuladores.....	39
2.6.1	Compensación de las variaciones de flujo.....	39
2.6.2	Presión y amortiguación	40
2.6.3	Proporción de flujo y flujo de emergencia.	41
2.6.4	Averías de los acumuladores	42
2.7	Filtros	43
2.7.1	Diseño del filtro	43
2.7.2	Clasificación de los filtros	44
2.7.3	Ubicaciones de filtro.....	45
2.7.4	Averías de los filtros	48
2.8	Enfriadores.....	49
2.8.1	Aplicaciones.....	50
2.9	Bombas hidráulicas	51
2.9.1	Tipos de bombas.....	51
2.10	Motor hidráulico	54
2.10.1	Clasificación de motor hidráulico.....	54
2.10.2	Aplicaciones de un motor hidráulico	56
2.11	Tuberías y mangueras	57
2.11.1	Tuberías.....	58
2.11.2	Mangueras	58
2.11.3	Construcción de mangueras.....	59
2.11.4	Tipos de mangueras	60
2.12	Cilindros	62
2.13	Válvulas hidráulicas.....	63
2.13.1	Clasificación de válvulas	63
2.13.2	Tipos de válvulas:	64
2.13.3	Válvula de dirección	65
2.13.4	Válvula de posición neutral	65

2.13.5	Válvula de muelle	66
2.13.6	Válvula check.....	68
2.13.7	Válvula shattle.....	69
2.13.8	Válvula control de presión	69
2.13.9	Tipos de válvulas	70
2.14	Fluido hidráulico	74
2.14.1	Requisitos del Fluido para el Sistema Hidráulico.	75
2.14.2	Tipos de fluido hidráulico.....	76
2.15	Conexiones o Acoples	78
CAPÍTULO III		81
3	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	81
3.1	Simulación del Sistema de Tracción Hidráulico	81
3.2	Anclaje del motor.....	81
3.3	Selección de Elementos	85
3.3.1	Selección de catalinas.....	85
3.3.2	Selección de motores hidráulicos.....	87
3.3.3	Selección de la bomba	89
3.3.4	Selección de mangueras	90
3.3.5	Selección de válvulas	92
3.3.6	Selección de cadenas.....	94
3.3.7	Selección de acoples.....	95
3.3.8	Selección de fluido.....	96
3.4	Montaje de elementos hidráulicos seleccionados.....	98
3.4.1	Montaje de catalinas	98
3.4.2	Relación de Transmisión.....	99
3.4.3	Montaje de motores hidráulicos	102
3.4.4	Montaje de bomba hidráulica	104
3.4.5	Montaje de válvulas hidráulicas	107
3.4.6	Colocación de acoples	110
3.4.7	Montaje de mangueras	111
3.4.8	Montaje de cadenas	115
3.5	Diseño del Tanque	117
3.5.1	Colocación del fluido	124
CAPITULO IV.....		125
4	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	125
4.1	Prueba de funcionamiento de las Válvulas Hidráulicas.	125

	10
4.2 Prueba de funcionamiento de la bomba	126
4.3 Prueba de funcionamiento del Motor Hidráulico	127
4.4 Posición de joystick.....	129
CAPITULO V.....	134
5 MARCO ADMINISTRATIVO.....	134
5.1 Recursos humanos	134
5.2 Recursos tecnológicos.....	134
5.3 Recursos Materiales.....	135
5.4 Presupuesto	136
5.5 Cronograma	136
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
ANEXOS.....	144
Anexo A Guía de fluido	
Anexo B Guía de mangueras hidráulicas	
Anexo C Guía de motor hidráulico	
Anexo D Coeficiente de seguridad	
Anexo E Simulación del sistema hidráulico	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas de presión de las mangueras	61
Tabla 2 Selección de catalinas.....	85
Tabla 3 Selección de piñón	86
Tabla 4 Selección de tipos de diente.....	86
Tabla 5 Selección de motor hidráulico.....	88
Tabla 6 Selección de bomba de engranajes	89
Tabla 7 Selección de mangueras hidráulicas	90
Tabla 8 Selección de válvulas.....	92
Tabla 9 Selección de cadena	94
Tabla 10 Selección de acoples	95
Tabla 11 Selección de fluido hidráulico	97
Tabla 12 Recursos humanos	134
Tabla 13 Recursos Tecnológicos	135
Tabla 14 Recursos Materiales.....	135
Tabla 15 Presupuesto	136
Tabla 16 Cronograma	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sistema de tracción convencional.....	26
Figura 2	Sistema de tracción asistida	27
Figura 3	Sistema de doble tracción.....	28
Figura 4	Sistema de tracción orugas	29
Figura 5	Sistema hidráulico	30
Figura 6	Tanque hidráulico ventilado	32
Figura 7	Tanque presurizado	33
Figura 8	Elementos del tanque hidráulico	34
Figura 9	Acumuladores.....	35
Figura 10	Acumuladores.....	36
Figura 11	Acumulador de contrapeso	37
Figura 12	Acumulador de resorte.....	38
Figura 13	Acumulador por gas.....	39
Figura 14	Sistema de variación de flujo	40
Figura 15	Proceso de presión y amortiguación	41
Figura 16	Proporción de flujo	42
Figura 17	Filtro de aceite	43
Figura 18	Filtro de aceite	44
Figura 19	Clasificación de filtros de aceite.....	45
Figura 20	Filtro presurizado	46
Figura 21	Filtro de succión.....	46
Figura 22	Filtro de drenaje.....	47
Figura 23	Filtro de retorno	48
Figura 24	Enfriador	51
Figura 25	Bomba de engranajes.....	52
Figura 26	Bomba de pistón.....	53
Figura 27	Elementos de la bomba de paletas	53
Figura 28	Bomba de engranaje.....	55
Figura 29	Bomba de pistón.....	55
Figura 30	Mangueras.....	57
Figura 31	Tuberías o cañerías	58
Figura 32	Mangueras.....	59
Figura 33	Elementos de la manguera	60
Figura 34	Tipos de mangueras, niveles de presión	61
Figura 35	Cilindro de simple efecto.....	62
Figura 36	Cilindro de doble efecto	63
Figura 37	Tipos de válvulas hidráulicas	64
Figura 38	Válvula de dirección.....	65
Figura 39	Válvula de posición neutral	66
Figura 40	Válvula de muelle	67
Figura 41	Tipos de válvulas de muelle.....	68
Figura 42	Válvula check	68
Figura 43	Válvula shattle	69
Figura 44	Válvula de control de presión.....	70
Figura 45	Main relief valve.....	70

Figura 46 Válvula de seguridad	71
Figura 47 Válvula de retorno.....	71
Figura 48 Válvula de succión	72
Figura 49 Válvula reguladora de presión	72
Figura 50 Válvula de contra balanceo.....	73
Figura 51 Válvula proporcional	74
Figura 52 Fluido hidráulico.....	75
Figura 53 Fluido hidráulico basado en aceite.....	76
Figura 54 Fluido hidráulico sintético.....	77
Figura 55 Fluido hidráulico con aditivos detergentes	78
Figura 56 Acoples rebordeados.....	79
Figura 57 Acople tipo tornillo	79
Figura 58 Acople de collar	80
Figura 59 Simulación de sistema hidráulico.....	81
Figura 60 Corte de platina	82
Figura 61 Soldadura de bases.....	83
Figura 62 Bases de caucho	84
Figura 63 Montaje del motor	84
Figura 64 Torneado del eje del motor hidráulico	98
Figura 65 Catalina	99
Figura 66 Corte de platina	102
Figura 67 Anclaje de bases del motor.....	103
Figura 68 Montaje de motor hidráulico.....	103
Figura 69 Acople de acero.....	105
Figura 70 Perforación del volante de inercia.....	105
Figura 71 Anclaje de platina al motor.....	106
Figura 72 Anclaje de bomba hidráulica.....	107
Figura 73 Platina perforada	108
Figura 74 Válvulas 4/3 de mando electrónico	108
Figura 75 Válvula reguladora de caudal.....	109
Figura 76 Acople de manguera.....	110
Figura 77 Acoples en las herramientas.....	111
Figura 78 Medición de distancia entre elementos hidráulicos	112
Figura 79 Corte de manguera SAE100R2	113
Figura 80 Corte de manguera SAE100R1	113
Figura 81 Acoples seleccionados	114
Figura 82 Manguereado del sistema hidráulico.....	114
Figura 83 Medición de cadena.....	115
Figura 84 Piñón guía	116
Figura 85 Montaje de cadena	116
Figura 86 Diseño del tanque.....	121
Figura 87 Llenado del sistema.....	124
Figura 88 Prueba de válvulas	126
Figura 89 Prueba de bomba hidráulica	127
Figura 90 Prueba de motores hidráulicos	128
Figura 91 Posición de avance.....	129
Figura 92 Avance	130
Figura 93 Posición de retro.....	130
Figura 94 Retro.....	131

Figura 95 Posición de giro izquierda.....	131
Figura 96 Giro izquierda	132
Figura 97 Posición de giro derecho	132
Figura 98 Giro derecha.....	133
Figura 99 Manómetro de presión	133

RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito principal la simulación e instalación de un Sistema de Tracción Hidráulico para un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, determinadamente de una retroexcavadora. Para conseguir el proyecto, se realizó una simulación del Sistema de Tracción Hidráulico en Automation studio. Esta simulación tiene como intención mostrar los movimientos básicos de dirección Automotriz, se tomó como mención la retroexcavadora JCB 1CX. Las válvulas son las encargadas de controlar la velocidad con la que se desarrolla estos elementos recibiendo la señal del operador mediante un joystick así realizando movimientos básicos. Los elementos hidráulicos están montados al bastidor las válvulas reciben la señal del operador, enviando a cada uno de los motores hidráulicos brindando el movimiento de los neumáticos, la bomba esta encargada de enviar la presión a todo el sistema del banco de entrenamiento, Este proyecto de titulación servirá de manera educativa para los talleres de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga, además beneficiara en el desarrollo educativo de estructura y funcionamiento de maquinaria pesada.

- Palabras clave

- **SISTEMA HIDRÁULICO**
- **SIMULACIÓN**
- **RETROEXCAVADORA**
- **BANCO DE ENTRENAMIENTO**

ABSTRACT

This work has as its main purpose has the simulation and installation of a hydraulic and traction system for a training bank of heavy machinery specifically a backhoe. To achieve this project, we made a simulation of the hydraulic and traction system in Automation studio. This purpose of this simulation is to show the basic movements of the automotive direction, we take as example de backhoe JCB 1CX. The purpose of the valves is to control de speed of the development this elements, receiving the signal of the operator controlled by a joystick, in fact this will make the basic movements. The hydraulic elements are mounted on the frame, the valves receive the signal of the operator, sending for each one of the hydraulic motors, giving the tires movement, the bomb function is to send the pressure to all training bank system. This titling project has an educative purpose for the “Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE” college career, campus “Latacunga”, also it will benefit with a educative development of structure and function about heavy machinery

- Keywords

- **HYDRAULIC SYSTEM**
- **SIMULATION**
- **BACKHOE**
- **TRAINING BENCH**

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRACCIÓN HIDRÁULICO EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MÉCANICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”

1.1 Antecedentes

En el Ecuador, el sistema de tracción es muy poco desarrollado a pesar que este venga desde los primeros vehículos de alto par motor o de gran potencia en las ruedas traseras, estos comenzaron a limitar una rueda con respecto a la otra mediante un sistema llamado Positraction, este tipo de sistema conseguía transferir la potencia de las ruedas de manera unitaria reduciendo el desliz de estas, aunque en algunos casos producía patinaje. (BOSCH, 2016)

En 1971, Buick de General Motors introdujo el MaxTrac, este sistema sería capaz de detectar el patinaje de las ruedas y de modificar el mecanismo de la transmisión produciendo que las ruedas tengan la máxima tracción posible, evitando el deslizamiento, con el tiempo fue utilizada en distintos vehículos también introdujo la TMS (Traction Monitoring System) en 1979. Este fue criticado por su lenta reacción y fallos frecuentes. (BOSCH, 2016)

La marca Bosch fue el primero en construir un sistema de tracción en 1996 e implemento en los vehículos Mercedes-Benz, pero la marca CATERPILLAR fue la primera en desarrollar este sistema ya que al crear la maquinaria pesada esta necesitaba reducción de velocidad y aumento de fuerza, desarrollando el sistema de tracción hidráulico e implementándolos en sus vehículos. (CATERPILLAR, 2016)

Hoy en día los operadores de los vehículos de maquinaria pesada le dan mucha importancia al sistema de tracción que poseen sus vehículos, así obtienen un buen desempeño y funcionamiento de la maquina en complejas situaciones. (ECURED, 2015)

Como consecuencia de toda investigación se deberá tomar la decisión de implantar el sistema de tracción hidráulico en distintos vehículos de maquinaria pesada para obtener mayor eficiencia en el trabajo en nuestro país.

1.2 Planteamiento del problema

Los sistemas de tracción evitan que las ruedas motrices patinen en distintas ocasiones, además de contralar el movimiento y permitir un giro en áreas de trabajo con curvas cerradas y poco espacio. Mediante la utilización de este sistema se puede obtener mayor facilidad para realizar trabajos donde se implique un alto índice de adherencia al suelo. Con la correcta implementación de un sistema de tracción se

puede reducir el porcentaje de accidentes de operadores de maquinaria pesada ya que proporciona una mayor estabilidad a las mismas. (AUTOCASION, 2015)

La falta de material de estudio para la operación y mantenimiento de maquinaria pesada ha generado un alto índice de desconocimiento en los técnicos, tecnólogos y operadores de las maquinarias ocasionando de esta manera accidentes ocasionada por la impericia de los operadores o por fallas mecánicas que se producen por la falta de mantenimientos preventivos y correctivos. Los accidentes ocasionados por personal no capacitado producen daños que no son normalmente materiales, existe una gran variedad de casos que provocaron destrozos laborales e incluso llegando a afectar a familias, por accidentes laborales agrícolas provocando familias abandonadas.

La falta del personal capacitado para la conducción y mantenimiento de los vehículos de maquinaria pesada y la inexperiencia de estas personas motiva a la construcción de un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para desarrollar mayor personal capacitado. Es fundamental atender el problema de capacitación presentado en los operadores, técnicos y tecnólogos especializados en maquinaria pesada ya que mediante la implementación de este banco se generará una cultura de operación y mantenimiento de maquinaria pesada disminuyendo de esta manera costos para los dueños de maquinarias y reducirá el número de accidentes de esta índole.

1.3 Justificación e importancia

La implementación del sistema de tracción hidráulica en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada permitirá a las personas, técnicos, tecnólogos y a los estudiantes de especialidades afines a maquinaria pesada mejorar su conocimiento, ya que podrán analizar su funcionamiento, partes, montaje, desmontaje, las posibles fallas y soluciones de las averías que puedan presentarse en este sistema.

El sistema de tracción hidráulico actualmente ayuda a la conducción de maquinarias en espacios cortos, facilitando la manera de trabajo produciendo mayor potencia en las áreas de trabajo, a la vez este sistema de tracción brindará mayor estabilidad en la maquinaria, al implementar el sistema de tracción hidráulico no será necesario la implementación de frenos ya que el motor hidráulico se detiene solo al dejar de activar la válvula direccional.

Con la implementación del banco de entrenamiento de maquinaria pesada se beneficiará a las personas involucradas dentro de esta área dotándoles de material para realizar sus prácticas lo mismo que proporcionara mayores conocimientos y de esta manera se aumentara su nivel de preparación para realizar trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo; se generarán mayores fuentes de trabajo puesto que se contará con personal capacitado que no presentará inconvenientes en su desenvolvimiento laboral.

El sistema de tracción hidráulica será implementado en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, para desarrollar tecnólogos, técnicos e ingenieros con amplio conocimiento en el área de maquinaria pesada, beneficiando de esta manera a los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE y la comunidad en general.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRACCIÓN HIDRÁULICO EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE

1.4.2 Específicos

- Indagar los principales sistemas de tracción hidráulica utilizados en maquinaria pesada mediante la aplicación de investigación bibliográfica para seleccionar el sistema más adecuado para el banco de entrenamiento de maquinaria pesada.
- Implementar el sistema de tracción hidráulico del banco de entrenamiento de maquinaria pesada.

- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de tracción hidráulica del banco de entrenamiento de maquinaria pesada para poder determinar posibles fallas.
- Elaborar guías de práctica del sistema de tracción hidráulica de maquinaria pesada para poseer una secuencia metodológica para el desarrollo de prácticas en el banco de entrenamiento.

1.5 Alcance

El presente proyecto tiene como propósito la implementación de un sistema de tracción hidráulico en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada; se implementara, cañerías y distintos tipos de válvulas, para la parte del movimiento se utilizará motores hidráulicos este tiene mayor potencia y estabilidad para realizar las respectivas conexiones serán implementadas catalinas, cadenas para unir a las ruedas e incluso estos serán desmontables, esto permitirá que los estudiantes realicen un estudio más amplio y prácticas en este sistema.

El proyecto tiene como proyección brindar personal capacitado en la ciudad de Latacunga brindando capacitaciones, cursos y guías prácticas en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada que será implementado por los estudiantes de la carrera en Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del sistema de tracción

“Desde los años 60, la industria automotriz cambio de principios creando la tracción, esto significa que las ruedas delanteras son las que se encargan de recibir energía moviendo al vehículo, halando su peso. Varios vehículos avanzan por la fuerza motriz que está ubicada en el tren trasero son de impulsión. La gran mayoría de cambió estos principios y ya no se mueven por el empuje de las ruedas traseras también dejo de tener un chasis de bastidor independiente, culminando la era de los vehículos “compactos””. (MOTORGIGA, 2016)

“Teniendo a disposición la tracción obtenemos recortes en materiales y componentes, reduciendo la plataforma y permitiendo que se obtenga mayor espacio útil en la cabina, los vehículos de tracción reducen costos, al colocar el motor de manera colateral la industria automotriz cambio en su totalidad, hoy en día no es un gran punto débil las juntas y uniones pero existen menos pérdidas mecánicas, así ahorrando combustible; el vehículo perdona mayormente los errores de conducción y la industria automotriz se volvió experta en optimizar esta configuración mecánica”. (MOTORGIGA, 2016).

2.1.1 Sistema de tracción hidráulica

“El sistema de tracción hidráulico está básicamente basado en que el líquido que circula por la parte interior del embrague hidráulico produzca una cantidad de movimiento, la cual crea un par que es más grande cuanto mayor sea la velocidad del líquido”. (Negrete, 2018)

“En la transmisión hidráulica la unión mecánica directa entre motor y ruedas esta reemplazada por un motor hidráulico, este elemento está dotado de mayor inercia que generalmente es llamado estator, está junto al motor y el rotor junto a la caja de cambios. El uso de estos elementos nos priva del embrague, aprovecha la posibilidad de deslizamiento entre elemento motor y elemento movido por el motor hidráulico”. (IXCAPA, 2018)

Con el paso del tiempo encontramos básicamente 2 tipos de tracción hidráulica; hidrostática e hidrocínética, estos corresponden al tipo de motor utilizado ya sea volumétrico o de turbina. La primera es utilizada especialmente para bajas velocidades operativas, no se usa en los modernos y veloces motores, siendo esta la utilizada en el proyecto. La segunda ha conseguido una creciente aplicación en 2 versiones siendo estas: transmisión de par constante o junta hidráulica y convertidor de par.

2.2 Función del sistema de tracción hidráulica

La función principal del sistema de tracción hidráulica es transmitir energía mediante un fluido. La potencia que genera el fluido permite mover la máquina y las herramientas

“La hidráulica es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería para construir mecanismos que trabajan con fluidos, ya sea agua o aceite. Esta resuelve inconvenientes como en el flujo de fluidos por conductos abiertos y el diseño de presas de embalse, bomba y turbinas. Su principal fundamento es el principio de Pascal, este establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo”. (QUISPE, 2015)

- El fluido del sistema de tracción hidráulica es el encargado de transmitir energía por todo el sistema.
- Esta encargada de proporcionar lubricación a todas las partes móviles del sistema.
- Sirve para proteger los componentes contra el desgaste y la corrosión, aleja el calor de los componentes.

2.2.1 Tipos de sistemas de tracción

Los sistemas de tracción son fabricados con diferentes formas y ubicaciones en función de diversas solicitudes del cliente como resistencia, tamaño, peso, suelo, tipo de trabajo etc.

2.2.2 Convencionales

Son maquinarias que tienen tracción trasera, brindando la función de dirigir al eje delantero, comúnmente son dirigidos por dos ejes, teniendo el diámetro de las ruedas traseras más grandes que las delanteras. (MOLINA, 2018)

Figura 1

Sistema de tracción convencional



Nota. El gráfico representa un sistema de tracción convencional. Tomado de (MOLINA, 2018)

2.2.3 Tracción asistida

Este tipo de tracción es mayormente conocida como tracción 4x4 donde el operador acciona el tren delantero para que este ayude al tren trasero. Parecido a la tracción convencional el diámetro de las ruedas traseras es mayores que las delanteras. (MOLINA, 2018)

Figura 2

Sistema de tracción asistida



Nota. Este gráfico muestra un sistema de tracción asistida. Tomado de (MOLINA, 2018)

2.2.4 Doble Tracción

En el vehículo los dos ejes son actuadores de tracción, el diámetro de todas las ruedas es igual. Su principal característica es debido al tamaño y potencia, este tipo de máquinas tienen articulación en el chasis facilitando su maniobrabilidad (MOLINA, 2018)

Figura 3

Sistema de doble tracción



Nota. Este gráfico muestra un sistema hidráulico de doble tracción. Tomado de (MOLINA, 2018)

2.2.5 Orugas

Este tipo de tracción se desplaza por medio de cadenas conocidas como orugas, esto brinda la capacidad de transferir la potencia enviada del motor hacia la barra de tiro, así no tiene pérdidas por deslizamiento también reduce la presión ejercida hacia el suelo ya que tiene mayor contacto de apoyo que el resto de tractores. (MOLINA, 2018)

Figura 4

Sistema de tracción orugas



Nota. Esta Figura representa un sistema hidráulico de orugas. Tomado de (MOLINA, 2018)

2.2.6 Requerimientos generales

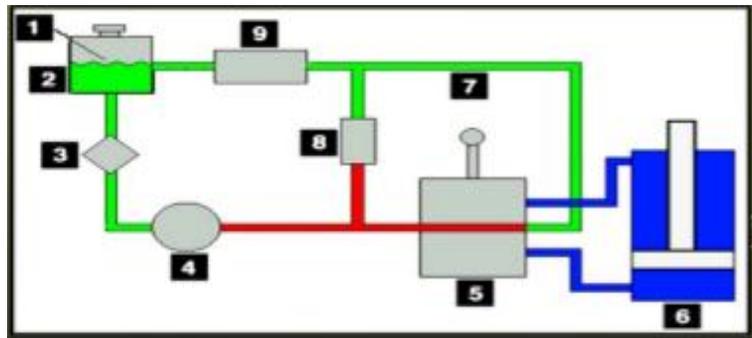
- La fuerza aplicada a un líquido se transmite de igual manera hacia todas las direcciones.
- Todos los elementos de la tracción hidráulica deben estar sólidamente conectados al chasis.
- La fuerza que ejerce la transmisión hidráulica es dirigida desde las ruedas al piso para permitir el movimiento.
- La presión del aceite siempre fluye de presión alta a presión baja.
- El caudal es el mismo en la línea de succión que en la línea de descarga. La velocidad en la línea de succión es menor a la línea de descarga.

2.3 Componentes principales de un sistema de Tracción Hidráulico

En los sistemas de tracción hidráulicos existen muchos tipos a continuación en la Figura 5 mostraremos los elementos de un sistema hidráulico.

Figura 5

Sistema hidráulico



Nota. Esta Figura representa el proceso que realiza un sistema hidráulico. Tomado de (ANGARITA, 2016)

- TANQUES HIDRÁULICOS
- ACUMULADORES
- FILTROS
- ENFRIADORES
- BOMBAS HIDRÁULICAS
- MOTORES HIDRÁULICOS
- TUBERIAS Y MANGUERAS

- CILINDROS
- VÁLVULAS HIDRÁULICAS

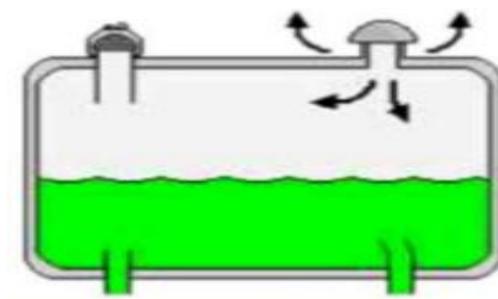
2.4 Tanques hidráulicos

Los tanques hidráulicos tienen varias funciones principales entre ellas:

- Almacenar el aceite hidráulico.
- Enfría el aceite hidráulico
- Permite que el aire se separe del aceite.
- Permite que se asienten las partículas

2.4.1 Tipos de tanques hidráulicos

En los sistemas hidráulicos móviles se utilizan dos tipos de tanques: los ventilados y los presurizados. El tanque ventilado se encuentra representado en la Figura 6 es aquel que respira, permitiendo que haya compensación de presión cuando se producen cambios en los niveles de aceite y de temperatura. (RUBIO, 2019)

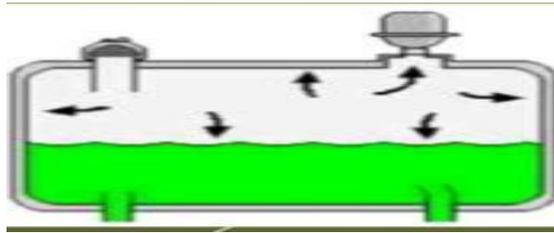
Figura 6*Tanque hidráulico ventilado*

Nota. El gráfico representa la función de un tanque hidráulico ventilado Tomado de.
(Rubio, 2019)

Los tanques presurizados están sellados de la atmósfera, evitando que penetre en ellos la suciedad y la humedad como muestra en la Figura 7. La presión interna también empuja el aceite hacia la bomba, evitando la cavitación de la misma. Algunos tanques presurizados tienen bombas de aire externas que presurizan el tanque, otros utilizan la presión que se genera naturalmente a medida que se calienta el fluido hidráulico. (ANGARITA, 2016)

Figura 7

Tanque presurizado



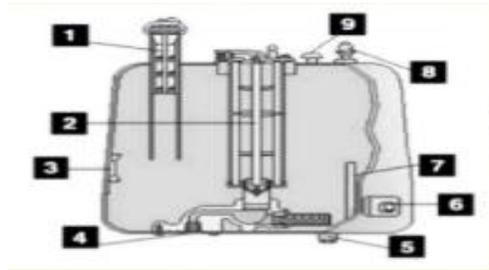
Nota. La Figura representa muestra como el tanque presurizado. Tomado de. (RUBIO, 2019)

2.4.2 Componentes del tanque hidráulico.

Dentro de los tanques hidráulicos tenemos varios elementos mostrados en la Figura 8. Estos elementos cumplen distintos tipos de funciones, estas permiten que el tanque trabaje eficientemente en el sistema.

Figura 8

Elementos del tanque hidráulico



Nota. La imagen representa numéricamente las partes que componen un tanque hidráulico. Tomado de (RUBIO, 2019)

- TUBO DE LLENADO
- FILTROS INTERNOS
- MIRILLA
- TUBERÍA DE RETORNO
- TAPÓN DE DRENAJE
- SALIDA DE BOMBA
- PLANCHA DEFLECTORA
- VÁLVULA DE ALIVIO
- RESPIRADERO

2.5 Acumuladores

Son recipientes que en su interior almacenan el aceite hidráulico a presión. Este depósito de aceite que contienen los acumuladores nos brinda cuatro funciones básicas para los sistemas hidráulicos: (ANGARITA, 2016)

- Absorbe los impactos.
- Compensa las variaciones de flujo
- Mantiene una presión constante
- Brinda presión y flujo de emergencia.

Figura 9

Acumuladores



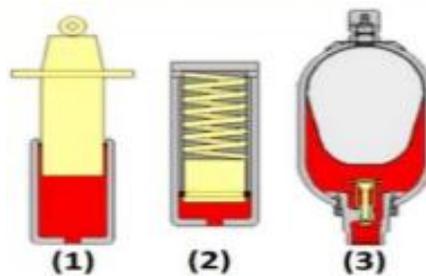
Nota. Este gráfico muestra recipientes que almacenan aceite hidráulico. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.5.1 Tipos de acumuladores

Según (ANGARITA, 2016) Existen 3 tipos básicos de acumuladores básicos estos están representados en la Figura 10, muestra numéricamente los tipos de acumuladores que tenemos siendo; acumulador de resorte, acumulador de contrapeso. Acumulador por gas.

Figura 10

Acumuladores



Nota. Esta Figura muestra los tipos de acumuladores. Tomado de. (ANGARITA, 2016)

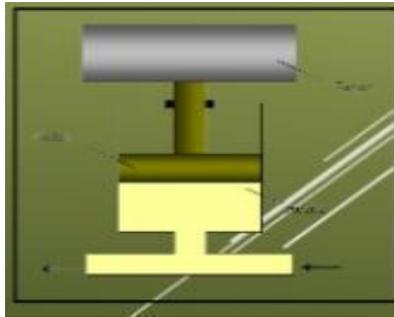
2.5.2 Acumulador contrapeso

Este acumulador es el más antiguo, contiene un cilindro, pistón, sellos y una pesa. Cuando la presión del sistema aumenta, el cilindro se llena de aceite, el pistón y la pesa son empujados hacia arriba. A medida que la presión disminuye, esta fuerza provoca que el pistón descienda provocando que el aceite regrese al sistema. Este

acumulador brinda presión estable, pero es muy pesado y de gran tamaño para los sistemas móviles. (ANGARITA, 2016)

Figura 11

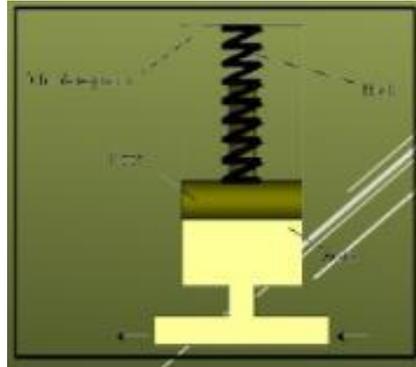
Acumulador de contrapeso



Nota. Esta imagen representa el acumulador de contra peso. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.5.3 Acumulador de resorte

Contiene un resorte, pistón y un cilindro. Al igual que el de contrapeso cuando este se llena de aceite debido a la presión, provoca que el pistón suba y comprima el resorte. Cuando la presión del sistema disminuye, el resorte se descomprime, haciendo que el aceite regrese al sistema. Son utilizados raras veces en sistemas hidráulicos móviles. (ANGARITA, 2016)

Figura 12*Acumulador de resorte*

Nota. Este gráfico muestra el acumulador de resorte. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.5.4 Acumulador cargado por gas

Este tipo de acumulador es más utilizado en máquinas. Contiene un cilindro, un pistón o cámara de aceite y válvula de carga, el aceite ingresa en el cilindro empujando al pistón que comprime el gas. La presión disminuye, el gas se expande haciendo que el aceite salga. Este acumulador es versátil, potente y exacto, pero requiere de un mantenimiento cuidadoso. (ANGARITA, 2016)

Figura 13

Acumulador por gas



Nota. El gráfico representa del acumulador por gas. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.6 Funciones de los acumuladores

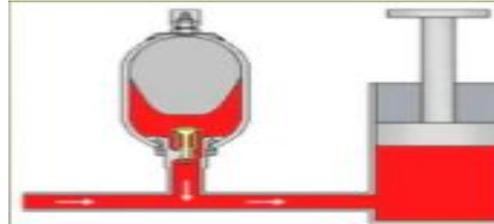
Los acumuladores realizan distintas funciones, para evitar averías del sistema a continuación mostraremos sus funciones más características tienen.

2.6.1 Compensación de las variaciones de flujo

En algunos sistemas, a veces la demanda de flujo suele sobrepasar las capacidades de los tanques y las bombas. El acumulador puede suministrar provisoriamente el caudal necesario. Cuando la operación regresa a la normalidad, el acumulador se vuelve a llenar de aceite. (ANGARITA, 2016)

Figura 14

Sistema de variación de flujo



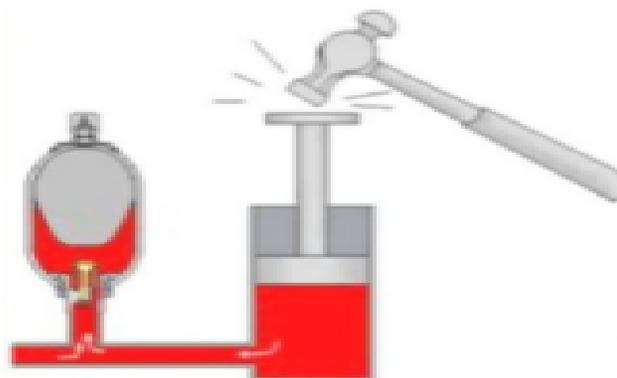
Nota. El gráfico muestra la variación del flujo en el sistema. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.6.2 Presión y amortiguación

Los acumuladores compensan las variaciones de presión que se producen en el sistema suministrando presión adicional y absorbe el exceso de presión. Los cambios repentinos de carga pueden ocasionar sobrecargas de presión en el sistema. También el acumulador funciona como amortiguador recibe el aceite de la sobrecarga y dejándolo salir cuando pase la sobrecarga. (ANGARITA, 2016)

Figura 15

Proceso de presión y amortiguación



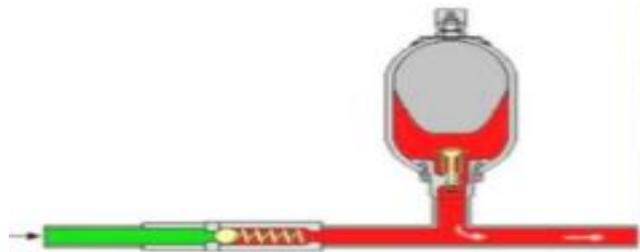
Nota. El gráfico muestra el proceso de presión a amortiguación. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.6.3 Proporción de flujo y flujo de emergencia.

Una vez que el motor empieza a perder potencia, el acumulador puede suministrar presión y flujo hidráulico al sistema durante un periodo de tiempo limitado, manteniendo al sistema trabajando de manera constante. (ANGARITA, 2016)

Figura 16

Proporción de flujo



Nota. La imagen muestra la proporción de flujo. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.6.4 Averías de los acumuladores

Los acumuladores pueden tener distintos tipos de fallas entre ellas están:

- Fuga de gas o aceite internas o externas.
- Ruptura de la cámara de aire.
- Daño externo.
- Resortes rotos o cedidos.
- Instalación incorrecta.
- Demasiada / poca carga.
- Falla del sello del pistón.
- Falla de la válvula de carga.
- Agrietamiento / fatiga de la cámara de aire.

2.7 Filtros

Según (ANGARITA, 2016) Son los encargados de eliminarlos contaminantes del fluido hidráulico manteniéndolo limpio. Cuando el aceite circula por el filtro los contaminantes son atrapados esto evita que los componentes lleguen a sufrir algún tipo de daño y se asegura el funcionamiento correcto del sistema. La malla se clasifica en micrones, según el tamaño de las perforaciones, de acuerdo con la capacidad de atrapar las partículas. Mientras más pequeñas son las perforaciones, puede atrapar partículas más pequeñas.

Figura 17

Filtro de aceite



Nota. Esta Figura muestra el filtro de aceite. Tomado de (ANGARITA, 2016)

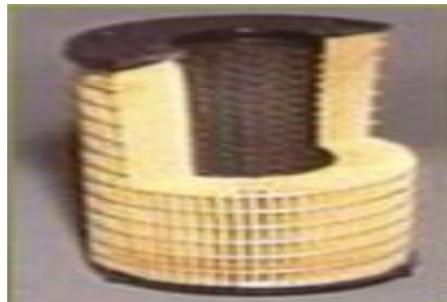
2.7.1 Diseño del filtro

Existen dos tipos de filtros de aceite: los de superficie y los de profundidad. Su nombre lo indica, los filtros de superficie recogen contaminantes en la superficie del filtro

o malla. Los filtros de profundidad recogen los contaminantes de diferentes tamaños a diferentes niveles dentro del elemento. (ANGARITA, 2016)

Figura 18

Filtro de aceite



Nota. El gráfico muestra un filtro de aceite de mallas. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.7.2 Clasificación de los filtros

Los filtros de aceite pueden clasificarse en alguno de estos tres diseños:

- **Filtro de tubo:** El elemento del filtro va dentro de la caja.
- **Filtro enroscable:** Filtro y caja de una sola pieza.
- **Filtro malla (screen):** Malla metálica que recoge los contaminantes de aceite de gran tamaño antes que penetren al sistema.

Figura 19

Clasificación de filtros de aceite.



Nota. El gráfico muestra la clasificación de los filtros de aceite. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.7.3 Ubicaciones de filtro

Los sistemas hidráulicos pueden requerir distintos filtros, cada uno de ellos con su propio propósito y ubicación.

- **Filtro presurizado:** Mostrado en la Figura 20 es aquel que evita que las partículas finas ingresen a las válvulas y accionadores, este puede ser un filtro del tipo superficie o del tipo de tubo de profundidad (ANGARITA, 2016)

Figura 20*Filtro presurizado*

Nota. La imagen representa un filtro tipo presurizado. Tomado de (ANGARITA, 2016)

- **Filtro de succión:** Se puede apreciar en la Figura 21 es capaz de evitar que las partículas de mayor tamaño ingresen a las bombas y demás componentes, existe muy poca caída de presión entre la entrada y la salida, así evitar la cavitación de la bomba. (ANGARITA, 2016)

Figura 21*Filtro de succión*

Nota. El gráfico muestra distintos tipos de filtros de succión. Tomado de (ANGARITA, 2016)

- **Filtro de drenaje de la caja del motor o de la bomba:** Elimina residuos que son producidos por el desgaste o falla de un motor o bomba. Es un filtro de baja presión y poco volumen puede ser del tipo de tubo o de rosca como muestra la Figura 22 (ANGARITA, 2016)

Figura 22

Filtro de drenaje



Nota. La figura muestra las partes de un filtro de drenaje. Tomado de (ANGARITA, 2016)

- **Filtro de retorno:** Elimina los contaminantes que entran en el sistema durante la operación, evitando que ingresen al tanque. (ANGARITA, 2016)

Figura 23*Filtro de retorno*

Nota. La imagen muestra un filtro de retorno. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.7.4 Averías de los filtros

En cada una de estas situaciones, el aceite contaminado es desviado y no pasa por el filtro:

- Los filtros se taponan.
- Los filtros se deforman o estropean.
- El filtro no se sienta bien.

¿Por qué fallan los filtros?

- Daños externos
- Falta de atención en los intervalos de atención al filtro.
- Instalación incorrecta.
- Contaminantes raros.
- Fallas de componentes.

Indicadores de fallas

- Aceite sucio.
- Desgaste acelerado de los componentes de las válvulas.
- Bomba con ruido.
- Alarma de la válvula de derivación.

Opciones de servicio

- Siga las recomendaciones del manual de servicio de la máquina.
- Utilice siempre los filtros.
- Drenar el aceite contaminado y reemplazar por aceite y filtros limpios.

2.8 Enfriadores

Es utilizado para enfriar el aceite de las unidades de potencia, evita calentamientos innecesarios en el fluido de poder ya que de otra manera la degeneración del mismo ocasionaría problemas de cavitación, corrosión, desgastes excesivos en las bombas, válvulas. El funcionamiento del fluido debe estar entre los 30°C a 40°C (86°F a 104°F). (MYTISA, 2017)

El enfriador ha sido diseñado para manejar el aceite a enfriar por la carcasa y el agua por tubos flux, existen varios modelos depende las necesidades del usuario comúnmente se utiliza el modelo más pequeño el cual es de un solo paso este debe operar en contra flujo. Toda la operación es manera estática. (MYTISA, 2017)

2.8.1 Aplicaciones

Comúnmente es utilizado para enfriar el aceite en las unidades de potencia, evitando calentamientos del fluido ya que de otra forma la degeneración de la misma nos creara problemas de cavitación, corrosión, desgaste de las bombas y válvulas. Para tener un buen funcionamiento el fluido se debe encontrar entre los 70 a 104°F. (MYTISA, 2017)

- **Selección**

Para seleccionar un enfriador de aceite se requiere el conocimiento de diversos datos:

- Presión de trabajo.
- Flujo de aceite.
- Potencia del motor de la bomba.
- Características fisicoquímicas del aceite o denominación de acuerdo a su respectivo código.
- Temperatura del agua de enfriamiento.
- **Capacidades:** Desde 10Gpm hasta 300Gpm.

Figura 24

Enfriador



Nota. La imagen representa un enfriador de aceite. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.9 Bombas hidráulicas

Es la encargada de transformar la energía mecánica que viene del equipo de accionamiento de energía hidráulica en forma de caudal. Su función es enviar caudal al sistema. (VILLANUEVA, 2014)

2.9.1 Tipos de bombas

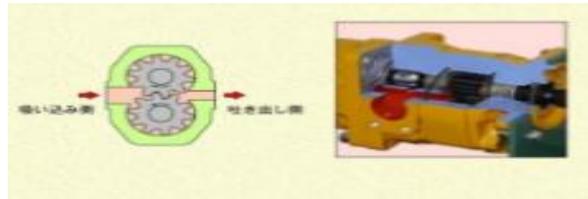
Existen tres tipos de bombas hidráulicas que son:

- **Bomba de engranajes:** En la entrada y salida el caudal del aceite es la misma:

- Bomba de engranajes de contacto exterior.
- Bomba de engranaje de contacto interior.

Figura 25

Bomba de engranajes



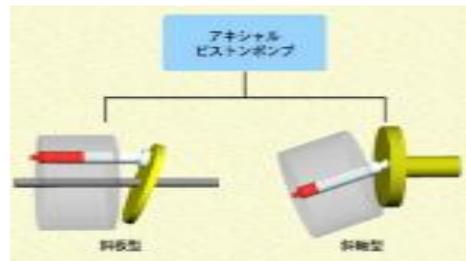
Nota. La imagen muestra una bomba de engranes. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

Bomba de pistón: Esta depende de la inclinación del plato de entrada y salida del aceite esto puede ajustarse, durante una misma revolución del motor. (VILLANUEVA, 2014)

- Bomba de pistón axial.
- Bomba de eje móvil.
- Bomba de plato móvil.
- Bomba de tipo radial.

Figura 26

Bomba de pistón

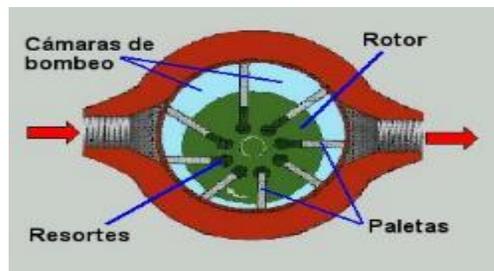


Nota. El gráfico muestra el movimiento de la bomba de pistón. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Bomba de paleta:** Según (ECURED, 2015) la bomba de paleta contiene un conjunto de aletas cinemática radial. Estas aletas deslizan, oscilan en un cilindro hueco con ranuras radiales en el rotor. El eje de la bomba está ubicado de manera excéntrica el rotor, porque las aletas realizan movimientos alternativos o de vaivén.

Figura 27

Elementos de la bomba de paletas



Nota. La imagen representa los elementos que contiene una bomba de paletas. Tomado de (Sabelotodo.org, 2017)

2.10 Motor hidráulico

Los motores hidráulicos son aquellos que transforman la energía cinética del fluido en energía mecánica rotativa, la cual generalmente es aplicada en una carga sobre un eje. (Solorzano, 2016)

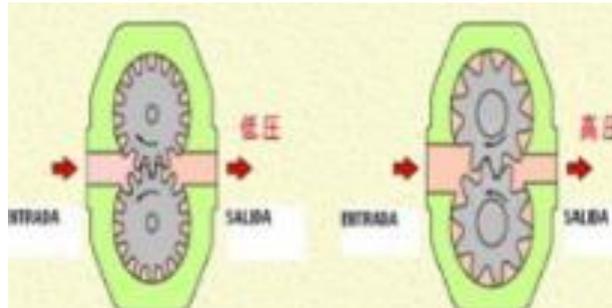
2.10.1 Clasificación de motor hidráulico

Los motores hidráulicos tienen distintos tipos de clasificación estos varían según el motor y según la bomba que utilice el usuario en la máquina

- **Bomba y motor de engranaje:** en el motor de engranaje la cantidad de aceite de su entrada es igual que a su salida, en la entrada la presión es alta, en la salida la presión es baja.
- **Bomba de engranaje:** la cantidad de aceite es bastante y en la salida la cantidad es reducida, en este tipo las presiones también varían de baja en la entrada y alta en la salida. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 28

Bomba de engranaje

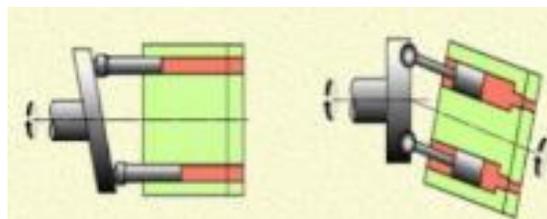


Nota. El gráfico muestra la bomba de engranaje. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Bomba y motor de pistón:** la velocidad del motor varía según la posición del plato si este tiene demasiada inclinación su velocidad es lenta, esto provoca que de la bomba salga mucho aceite. Cuando la posición del plato tiene poca inclinación la velocidad del motor es rápida, en la bomba tendremos salida de poco aceite. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 29

Bomba de pistón



Nota. La imagen representa el movimiento de los pistones en una bomba de pistón.

Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.10.2 Aplicaciones de un motor hidráulico

Los motores hidráulicos tienen como aplicación ejercer velocidad y torque, estas características suelen variar cuando se mantiene fija la potencia requerida. La selección se la realiza en base a la confiabilidad, vida útil y desempeño. (Solorzano, 2016)

Cuando determinamos el fluido a utilizar, seleccionamos el tamaño y esto se realiza en base a la vida útil esperada, la economía de la instalación completa en la máquina. Si seleccionamos un motor que esté operando por debajo de su capacidad esto alargara la vida útil más que proporcional a cuanto representa la reducción en capacidad. (Solorzano, 2016)

El motor alcanza su potencia máxima cuando operamos a su máxima presión y velocidad. Si el motor va a operar siempre en las mismas condiciones, su costo será más bajo. Cuando la velocidad deba ser reducida, se realiza una evaluación si el tiempo en el cual ocurre la reducción de velocidad varía el rendimiento del motor, esto reduciría los costos de instalación. (Solorzano, 2016)

2.11 Tuberías y mangueras

Son aquellas por las cuales se mueve el fluido. Las mangueras de mayor flexibilidad permiten el movimiento, absorben las vibraciones, reducen el ruido también son más fáciles al momento de tender y conectar. Las tuberías nos brindan conexiones más rígidas, tendido compacto y una mejor disipación de calor. (ANGARITA, 2016)

Para seleccionar las mangueras nos guiamos de la ficha técnica de mangueras hidráulicas de (MANPLESCO, 2017) también podemos apreciar en el Anexo 2 la manguera seleccionada para el retorno siendo SAE100R1, también en el Anexo 2 la manguera utilizada para resistir altas presiones SAE100R2.

Figura 30

Mangueras



Nota. La imagen representa las mangueras. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.11.1 Tuberías

Cuando la tubería hidráulica es rígida, los tubos están hechos de acero, son utilizados para conectar componentes que no rozan unos con otros, los tubos requieren menos espacio que las mangueras y se conectan firmemente a la máquina, brindando mayor protección a las tuberías y mejor apariencia en la máquina. (ANGARITA, 2016)

Figura 31

Tuberías o cañerías



Nota. La figura muestra las tuberías o cañerías. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.11.2 Mangueras

Son utilizadas en los casos cuando se necesita flexibilidad, cuando los componentes rozan unos con otros. Las mangueras absorben la vibración y resisten los cambios de presión. (ANGARITA, 2016)

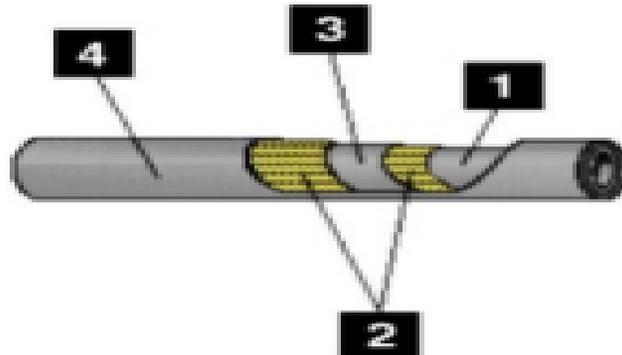
Figura 32*Mangueras*

Nota. La imagen representa algunos tipos de mangueras hidráulicas. Tomado de (ANGARITA, 2016)

2.11.3 Construcción de mangueras

Las mangueras contienen diferentes tipos de espiral que se encuentran mostrados en la Figura 33:

- El tubo interior de polímero (1): transporta aceite
- Una capa de alambre de refuerzo o envoltura de fibra (2): sostiene al tubo interior.
- Si existen más de una capa de refuerzo, estarán separadas por una capa de fricción de polímero (3).
- La cubierta exterior (4) protege a la manguera del desgaste.

Figura 33*Elementos de la manguera*

Nota. El gráfico representa las partes de las mangueras. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.11.4 Tipos de mangueras

Para seleccionar las mangueras dependerá del uso del usuario y de los niveles de presión que soportará el sistema, en nuestro proyecto seleccionamos las mangueras SAE100R1. Que contiene una malla de acero en su interior resistente a bajas presiones sus características se pueden apreciar en Anexo B, también seleccionamos la manguera SAE100R2, contiene dos mallas de acero en su interior resistiendo a medias y altas presiones.

Figura 34

Tipos de mangueras, niveles de presión



Nota. La imagen representa algunas presiones de mangueras. Tomado de (PARKER, 2017)

Tabla 1

Medidas de presión de las mangueras

	NIVEL DE PRESIONES
XT-3 (4 ESPIRALES)	(2500 – 4000)PSI
XT-5 (4/6 ESPIRALES)	5000 PSI
XT-6 (6 ESPIRALES)	6000 PSI
716 (1 MALLA DE ALAMBRE)	625 - 2750 PSI
844 (SUCCIÓN HIDRAÚLICA)	100 - 300 PSI
556 (1 MALLA CUBIERTA DE TELA)	500 - 3000 PSI
1130 (MOTOR Y FRENOS DE AIRE)	250 - 1500 PSI
1028 (TERMOPLÁSTICOS)	1250 – 3000 PSI
294 (2 MALLAS DE ALAMBRE)	2250 – 5800 PSI

Nota: La tabla representa las medidas de presión de distintas mangueras hidráulicas.

Recuperado de (ANGARITA, 2016)

2.12 Cilindros

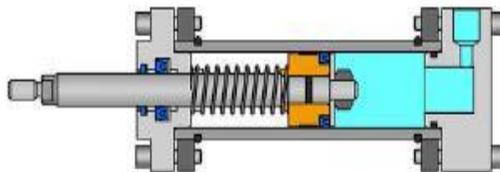
Es un mecanismo que consta de un cilindro, dentro del cual se desplaza un embolo mejor conocido como pistón y que trasforma la presión de un líquido en energía mecánica al aplicar la fuerza.

Se clasifican en dos tipos básicos siendo de simple efecto y de doble efecto:

- **Cilindro de simple efecto:** el líquido ingresa a presión por la parte trasera de la cámara. El regreso del embolo se produce por la acción de la fuerza contraria una vez que la presión del líquido se libera. (ECURED, 2015)

Figura 35

Cilindro de simple efecto



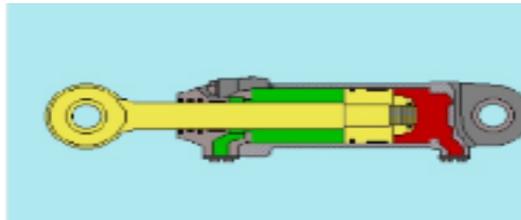
Nota. La figura representa un cilindro de simple efecto. Tomado de (ECURED, 2015)

- **Cilindro de doble efecto:** Al igual que el de simple efecto el líquido ingresa por la parte trasera a la cámara del cilindro. El regreso del embolo se produce por la

entrada del líquido a presión por la parte delantera a la cámara del cilindro mientras se libera la presión. (ECURED, 2015)

Figura 36

Cilindro de doble efecto



Nota. El gráfico muestra un del cilindro de doble efecto. Tomado de (ECURED, 2015)

2.13 Válvulas hidráulicas

Las válvulas hidráulicas son aquellas que controlan la transferencia de la energía hidráulica en el sistema estas controlan el caudal del fluido y también la dirección en la que fluye. (VILLANUEVA, 2014)

2.13.1 Clasificación de válvulas

- **Válvula de control de presión:** Fuerza y potencia de acuerdo al volumen y trabajo, depende del trabajo que esta realiza así aumenta o disminuye la presión.

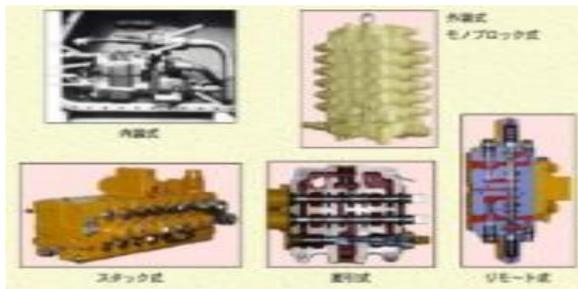
- **Control de caudal:** Esta depende del trabajo sea rápido o lento.
- **Control de dirección:** Esta regula los cambios de dirección dependiendo del trabajo que se realiza.

2.13.2 Tipos de válvulas:

- Tipo de instalación interior (dentro del tanque hidráulico)
- Tipo de instalación exterior (monoblock)
- Válvula individual (separado)
- Spool de control.
- Spool de control indirecto (a través de un imán o hidráulico, control remoto)

Figura 37

Tipos de válvulas hidráulicas



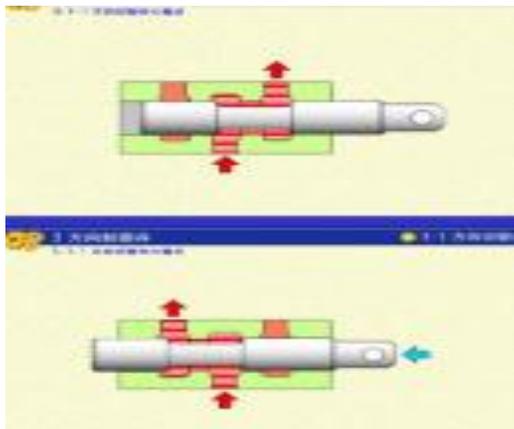
Nota. La imagen muestra distintos tipos de válvulas hidráulicas. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.3 Válvula de dirección

El eje de la válvula o spool tiene como función cambiar la dirección de aceite al momento del movimiento del eje para cambiar la dirección de la misma. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 38

Válvula de dirección



Nota. La imagen muestra el funcionamiento de las válvulas de dirección. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.4 Válvula de posición neutral

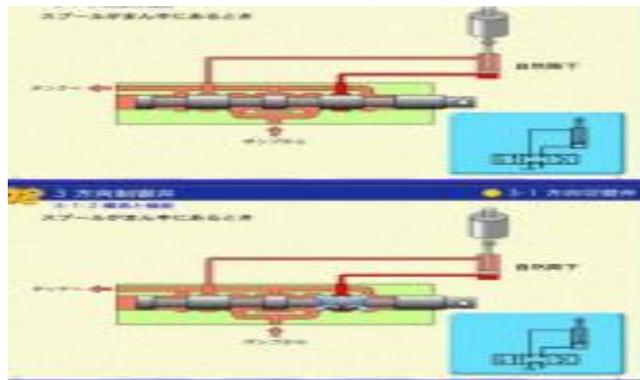
En este tipo de válvula el aceite siempre fluye por el spool y por el cuerpo de la válvula por sus ranuras para que no exista cambio repentino

del movimiento del sistema, tampoco suba la presión de manera repentina, esto provoca que la operación sea suave. (VILLANUEVA, 2014)

Cuando el pistón comienza a bajar por sí solo, esto significa que tenemos fallas en los sellos del embolo, incluso puede haber daños en la válvula, se recomienda revisar ambos. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 39

Válvula de posición neutral



Nota. La imagen muestra, como esta válvula mantiene el fluido. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

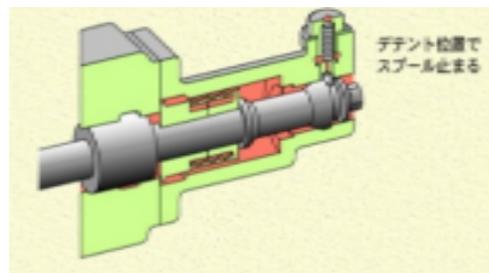
2.13.5 Válvula de muelle

Si el eje tiene un canal de seguridad, esta se mueve hasta un lugar determinado, ingresa una bola de seguridad al canal del eje y esta se

mantiene en el mismo lugar y actúa automáticamente, hasta que llega a un tope y se mueve nuevamente. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 40

Válvula de muelle



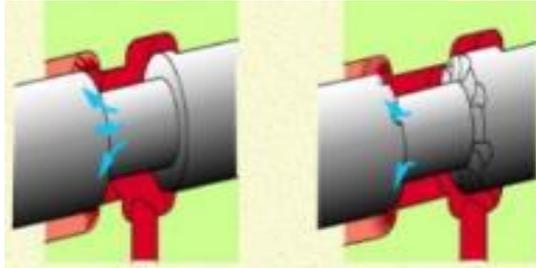
Nota. El gráfico representa, la válvula de muelle. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

En las válvulas de muelle existen dos tipos de ejes de válvulas:

- **corte normal:** Aumenta la presión bruscamente
- **cortes ranuradas:** permite un movimiento suave, si no tiene aumenta la presión bruscamente. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 41

Tipos de válvulas de muelle



Nota. La imagen representa los tipos de desbaste que tienen las válvulas de muelle.

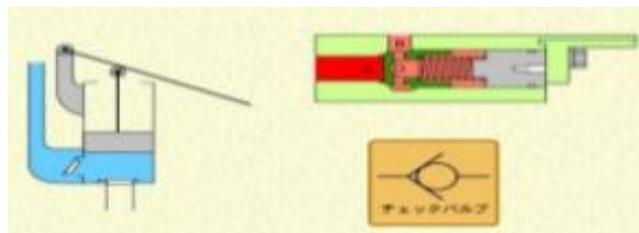
Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.6 Válvula check

La válvula check permite que el flujo de aceite se mueva solamente en una dirección. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 42

Válvula check



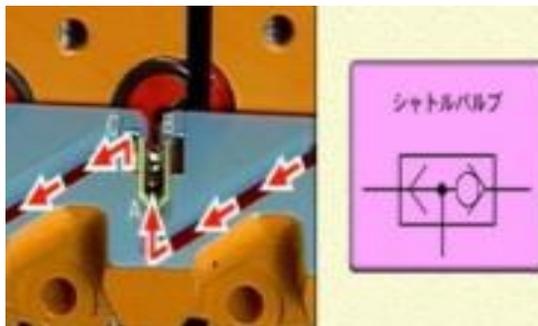
Nota. El gráfico muestra la válvula check. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.7 Válvula shattle

Es capaz de seleccionar la vía de aceite, por cualquiera de las salidas, incluso puede ser por la vía de baja presión y la otra por la vía de alta presión. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 43

Válvula shattle



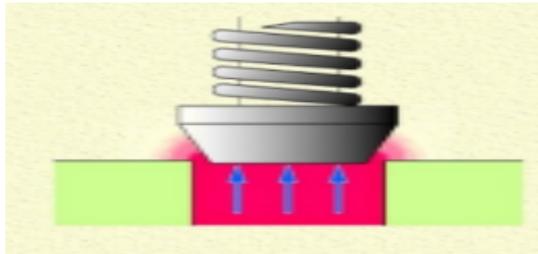
Nota. La imagen representa la válvula shattle. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.8 Válvula control de presión

Esta válvula es aquella que controla la presión de aceite y selecciona de acuerdo a la carga o trabajo de todo el sistema hidráulico en el equipo. Si aumenta la presión en el circuito más de la establecida esta empuja al muelle y fluye aceite provocando que la presión baje al valor establecido y finalmente se estabiliza (VILLANUEVA, 2014)

Figura 44

Válvula de control de presión



Nota. El gráfico muestra la válvula de control de presión. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.13.9 Tipos de válvulas

- **Main Relief Valve:** Esta es la válvula principal para ajustar la máxima presión del trabajo del sistema.

Figura 45

Main relief valve



Nota. La imagen muestra la válvula Main Relief. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula de seguridad:** Cuando en el circuito la presión aumenta más de lo establecido, esta válvula permite aliviar la presión dejando que el aceite salga hacia el tanque. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 46

Válvula de seguridad



Nota. La imagen representa la válvula de seguridad. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula de retorno:** Esta permite que una cantidad de aceite regrese al tanque que no sea requerida en el sistema. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 47

Válvula de retorno

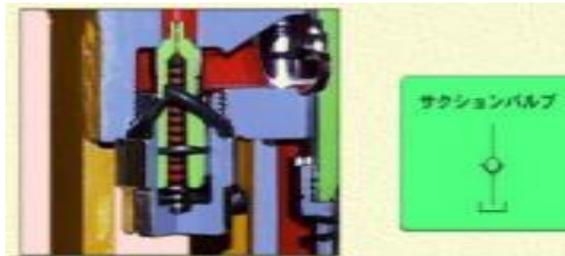


Nota. La imagen muestra la válvula de retorno. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula de succión:** Esta se encarga plenamente en evitar inconvenientes o fallas de vacío o acumulación de aire en una línea hidráulica. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 48

Válvula de succión



Nota. La imagen muestra la válvula de succión. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula reguladora de presión:** Su función es permitir la reducción de presión en alguna línea hidráulica. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 49

Válvula reguladora de presión

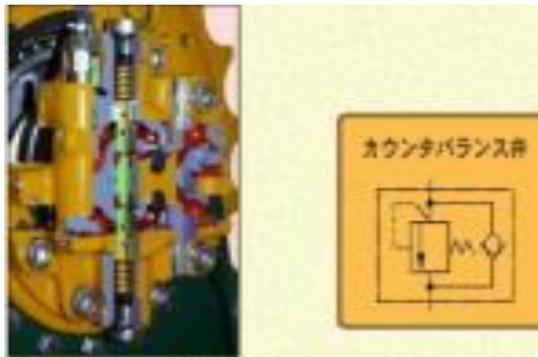


Nota. El gráfico muestra la válvula reguladora de presión. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula contra balanceo:** Permite una presión en diferente dirección al flujo principal así reduce la presión y evita que el equipo se embale, esta controla la velocidad del equipo en una pendiente. (VILLANUEVA, 2014)

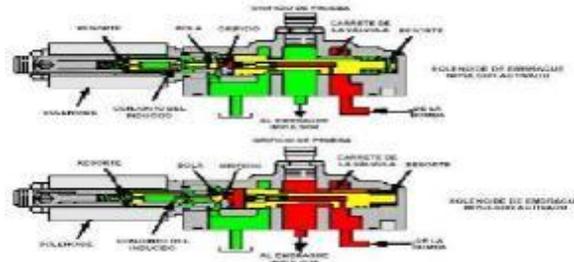
Figura 50

Válvula de contra balanceo



Nota. El gráfico representa la válvula de contra balanceo. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

- **Válvula proporcional:** Es aquella que controla la presión o el caudal de un sistema, es comandada por un sistema electrónico de entrada. (VILLANUEVA, 2014)

Figura 51*Válvula proporcional*

Nota. La imagen representa la válvula proporcional. Tomado de (VILLANUEVA, 2014)

2.14 Fluido hidráulico

Son aceites utilizados en la industria automotriz comúnmente son usados en transmisiones automáticas, vehículos para levantar cargas, tractores, niveladoras, maquinaria industrial y aviones. Su función principal es transmitir la potencia a todo el sistema, lubricar las partes móviles y evitar la corrosión de los elementos que se encuentran en movimiento. (LUBRAL, 2019)

Figura 52

Fluido hidráulico



Nota. La imagen muestra un fluido hidráulico. Tomado de (LUBRAL, 2019)

2.14.1 Requisitos del Fluido para el Sistema Hidráulico.

- Transmitir energía por todo el sistema.
- Provocar lubricación en partes móviles.
- Proteger los componentes contra el desgaste y la corrosión.
- Alejar el calor de los componentes.
- Mantener la misma viscosidad para rangos de temperatura diferente.
- Poca proporción de compresión
- Buena circulación.
- No dañar los sellos.
- Separación fácil del agua, el polvo, partículas y buena precipitación.
- No congelarse a bajas temperaturas.
- No oxidarse fácilmente.

2.14.2 Tipos de fluido hidráulico

Fluido hidráulico basado en aceite: Comúnmente este tipo de fluido es el más utilizado está hecho a base de aceite o petróleo, estos evitan la corrosión de los metales utilizados en máquinas. El fluido hidráulico a base de petróleo no hace espuma cuando circula por el sistema este es inflamable. El fluido hidráulico a base de aceite es comúnmente utilizado en cajas de engranajes y necesita reemplazarse más a menudo que el fluido hidráulico sintético. (Garcia, 2017)

Figura 53

Fluido hidráulico basado en aceite



Nota. La figura representa un fluido hidráulico en base de aceite. Tomado de (Garcia, 2017)

Fluido hidráulico sintético: Es realizado a base de aceite este es inflamable, las industrias quieren prevenir este defecto ya que corre el

riesgo de explotar en situaciones de alta presión. El fluido hidráulico nace de fuentes naturales al igual que el fluido a base de aceite, simplemente combinan diferentes productos químicos. Esta combinación hace que este fluido resista al fuego. (Garcia, 2017)

Figura 54

Fluido hidráulico sintético



Nota. En el gráfico se aprecia el fluido hidráulico sintético. Tomado de (Garcia, 2017)

Fluidos hidráulicos con aditivos detergentes: Es considerado como fluido hidráulico resistente al fuego, puede ser inflamable en ciertas temperaturas. Se utiliza este fluido para operar maquinas o partes donde se genera corrosión por el rozamiento de los componentes y existe agua presente. Este fluido puede disipar el agua al momento de limpiar la máquina. Este fluido deteriora juntas y sellos más rápidamente que los otros fluidos. (Garcia, 2017)

Figura 55

Fluido hidráulico con aditivos detergentes



Nota. La imagen muestra el envase de los fluidos hidráulicos con aditivos detergentes.

Tomado de (García, 2017)

2.15 Conexiones o Acoples

Son aquellos que nos brindan uniones para conectar mangueras, cañerías entre otros componentes hidráulicos. Permitiendo el paso del fluido hacia los demás componentes. Entre estos tres tipos. (ANGARITA, 2016)

Rebordeados

- Permanentes
- De bajo índice de falla
- Funcionan bien en todas las aplicaciones de presión

Figura 56

Acoples rebordeados



Nota. La figura muestra un acople rebordeado. Tomado de (ANGARITA, 2016)

Tipo tornillo

- Reutilizables
- Se pueden armar utilizando herramientas manuales
- Los más eficientes en aplicaciones de presiones menores

Figura 57

Acople tipo tornillo



Nota. El gráfico muestra un acople tipo tornillo. Tomado de (ANGARITA, 2016)

De collar

- Reutilizables
- Diseñados para mangueras CAT XT de alta presión
- Se arma utilizando prensa.

Figura 58

Acople de collar



Nota. La imagen muestra un acople de collar. Tomado de (ANGARITA, 2016)

CAPÍTULO III

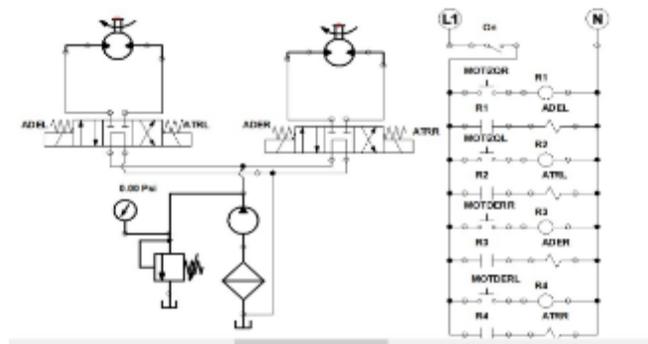
3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Simulación del Sistema de Tracción Hidráulico

Para empezar a construir el sistema de tracción hidráulico se realiza una simulación como evidencia el evidenciada el Anexo E y la Figura 59 en Automation etc... la simulación realizada que será utilizada en este proyecto fue realizada en automation esta contiene todos los elementos hidráulicos que serán utilizados en el sistema de tracción hidráulico.

Figura 59

Simulación de sistema hidráulico



Nota: La figura muestra la simulación hidráulica

3.2 Anclaje del motor

Para montar el motor en el bastidor se diseñó tres bases de platina de 30 cm de alto y 10 cm de ancho, de esta manera el motor quedo suspendido y nos brindó espacio para poder realizar el mantenimiento adecuado, cambio de aceite, reparaciones, el motor seleccionado para el proyecto es MOTOR TOYOTA 1000 2K, es un motor pequeño que nos brindó la fuerza suficiente para el movimiento de la máquina y sus elementos.

A la vista se empezó cortando la platina de acero para proceder a soldarlas formando las bases del motor se utilizó una platina de acero de 4x4x2 también ángulos de 90° 4x2mm de acero. De la cual se cortó piezas de 10 cm en platina y 30cm en ángulos de acero.

Figura 60

Corte de platina



Nota: La fotografía indica el corte de platinas.

Se procedió a soldar las platinas como se evidencia en la Figura 61 para formar las bases que van montadas con suelda MIG, esta brindó suelda limpia y sencilla de manejar, antes de proceder a colocar estas bases se midió en el bastidor con el motor al aire, se señaló y se procedió a soldar las bases de platina. Dejando el motor suspendido para así poder tener un acceso a los elementos del motor y realizar mantenimientos.

Figura 61

Soldadura de bases



Nota: La fotografía muestra la soldadura de bases

Se colocó entre las bases de platina y bases del motor cauchos base como muestra la Figura 62, estos brindan seguridad al motor ya que ayuda a reducir vibraciones y el motor no va a tambalear al momento de su funcionamiento.

Figura 62

Bases de caucho



Nota: La fotografía muestra las bases de caucho.

Se levantó el motor en las bases soldadas en el bastidor, continuamos acomodando y ajustamos las bases del mismo.

Figura 63

Montaje del motor



Nota: La figura indica el montaje del motor

Se ubicó en la parte delantera el motor, a esto se debe tener en cuenta que la pluma de la maquina debe ir al lado contrario para que se pueda tener peso equitativo y la maquina no se vea sobredimensionadas

3.3 Selección de Elementos

3.3.1 Selección de catalinas

En el proyecto la catalina está encargada de enviar la relación de transmisión desde el motor hidráulico hasta los ejes de transmisión así consiguiendo el movimiento de las ruedas.

Tabla 2

Selección de catalinas

CATALINA O	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CORONA		
ACERO	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta su longevidad - Es menos propensa al desgaste - Velocidad constante y estable 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce la velocidad - Tiene mayor peso - Mayor costo
ALUMINIO	<ul style="list-style-type: none"> - Su peso es reducido - Utilizada en altas velocidades (competencia) - Menor costo 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más propenso al desgaste- - Tiene menor resistencia.

Tabla 3*Selección de piñón*

PIÑÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACERO	<ul style="list-style-type: none"> - Capaz de transmitir altas potencias - Menos propensa al desgaste - Mayor resistencia al calor - Son fiables - Velocidad constante y estable 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor peso - No se puede utilizar para transmitir energía a larga distancia - No puede transmitir potencia en ejes no paralelos
ALUMINIO	<ul style="list-style-type: none"> - Menor peso - Menor costo - Altas velocidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor desgaste - Menos vida útil

Tabla 4*Selección de tipos de diente*

TIPO DE DIENTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
RECTO	<ul style="list-style-type: none"> - Operan en potencias fuertes - Menor costo de fabricación - Mayor eficiencia - Menor desgaste al trabajar 	<ul style="list-style-type: none"> - Más ruidoso - Operan solo en paralelo - Menos duraderos

TIPO DE DIENTE	VENTAJAS	- DESVENTAJAS
HELICOIDAL	<ul style="list-style-type: none"> - Operan de manera más suave e ideales en cargas fuertes - Menos ruidoso - Opera en paralelo y cruzado a 90° - Más duraderos 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo de fabricación - Perdida de eficiencia - Mayor desgaste al trabajar

Se adquirió la catalina, corona y piñón de acero, ya que esta brindara más durabilidad, soportan grandes potencias, brindan velocidad constante y estable, son más fáciles de adquirir, resisten al calor. Son catalinas y piñones de dientes rectos porque brinda mayor eficiencia y trabajaran de manera paralela.

3.3.2 Selección de motores hidráulicos

Los motores hidráulicos son aquellos que reciben la potencia de la bomba por medio de mangueras y envía rpm por medio de una catalina que está adaptada al motor hidráulico a esta se le adhiere la cadena para transmitir el movimiento hacia las ruedas.

Tabla 5*Selección de motor hidráulico*

MOTORES HIDRAÚLICOS		VENTAJAS	DESVENTAJAS
MOTOR DE ENGRANAJES		<ul style="list-style-type: none"> - Estructura compacta - Peso liviano - Deslizamiento pequeño - Desgaste pequeño - Ruidos bajos 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos - Forma compleja de los dientes - Alta precisión de procesamiento
MOTOR DE PISTON		<ul style="list-style-type: none"> - Trabaja en altas presiones - Presión regulable - No se desliza - Mantenimiento sencillo 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene costo elevado - Propenso al desgaste por rozamiento
MOTOR DE PALETA		<ul style="list-style-type: none"> - Produce mayor caudal - Desplazamiento positivo - Tiene equilibrio hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene demasiados elementos - Dificultad de mantenimiento

El motor seleccionado es un motor hidráulico de engranes ya que son los más comunes, de estructura compacta, brindan mayor durabilidad, reduce el sonido de la máquina, es de alto costo, el motor hidráulico seleccionado tiene como rpm máximo

continua de 360 y rpm intermitente de 450 ideal para el proyecto, se puede apreciar dichos valores en el Anexo C.

3.3.3 Selección de la bomba

La bomba es la encargada de recibir la potencia del motor y enviarla hacia el motor hidráulico y las herramientas del proyecto, por medio de mangueras, aquí buscamos distintos tipos de las mismas.

Tabla 6

Selección de bomba de engranajes

BOMBAS		VENTAJAS	DESVENTAJAS
BOMBA DE ENGRANAJES	DE	<ul style="list-style-type: none"> - Uso y mantenimiento simple - Bajo costo - Alto eficiencia - Insensible a los cambios de viscosidad y densidad del fluido 	<ul style="list-style-type: none"> - Su desplazamiento no es ajustable - Produce alto ruido - Difícil de reparar después del desgaste
BOMBA PISTON	DE	<ul style="list-style-type: none"> - Alto rango de presión - Presión controlada sin impactar el nivel de flujo - Efecto mínimo al cambio de presión y descarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene mayor costo - Componentes propensos al desgaste - Elevados costos en mantenimiento - Mayor peso y tamaño

BOMBAS		VENTAJAS	DESVENTAJAS
BOMBA DE PALETA		<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento rápido y sencillo - Transporta altas viscosidades - Sencillez técnica - Larga vida útil - Volumen de trabajo variable 	<ul style="list-style-type: none"> - Componentes complicados - Menor eficiencia en altas presiones - Dificultad de reparación cuando los elementos están desgastados

Se adquirió la bomba de engranes porque existe mayor variedad en el mercado, su mantenimiento es sencillo, brinda alto rango de eficiencia y su manera de trabajar no va a cambiar si el grado de viscosidad cambia, trabaja a ralenti al momento de acelerar su potencia aumenta.

3.3.4 Selección de mangueras

Las mangueras son las encargadas de transmitir el fluido de salida creando la potencia y de retorno hasta el tanque a estas mangueras se les adhiere acoples para que puedan ser conectadas en las distintas herramientas.

Tabla 7

Selección de mangueras hidráulicas

MANGUERAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SAE100R6	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor flexibilidad - Buena vida útil - Eficiente en bajas presiones 	<ul style="list-style-type: none"> - No resiste medias presiones - Daños en movimientos bruscos
SAE100R2	<ul style="list-style-type: none"> - Contienen dos vallas protectoras - Eficientes en altas presiones - Resiste movimientos continuos 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo - Ocupa un gran espacio
SAE100R1	<ul style="list-style-type: none"> - Contiene una valla protectora - Eficiente en bajas y medianas presiones 	<ul style="list-style-type: none"> - No resiste altas presiones - no soporta movimientos continuos

Se seleccionó las mangueras teniendo en cuenta la potencia de la bomba que es de 3500 psi, de maquinaria pesada, por ello se colocó la manguera SAE100R2, esta es eficiente en altas presiones, tomando en cuenta que SAE100R2 resiste 5000psi como muestra el Anexo B, por su doble valla de protección, sabiendo que resiste movimientos bruscos y continuos, se adquirió en 3/8 para el circuito y de 5/8 para la válvula debido a su tamaño.

También se colocó la manguera de tipo SAE100R1 esta tiene una valla de protección siendo de $\frac{1}{2}$, como se puede identificar en el Anexo B utilizada para el retorno del fluido hacia el tanque, pues esta no resiste altas presiones.

3.3.5 Selección de válvulas

Las válvulas son las encargadas de regular el paso del fluido hacia los elementos del sistema de tracción son comandadas por un joystick este controla las válvulas según su posición así las abre o las cierra dependiendo de su posición o disposición del piloto.

Tabla 8

Selección de válvulas

VÁLVULAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
VÁLVULAS PROPORCIONALES	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de calidad y productividad - Mejor control de cargas - Reduce los componentes hidráulicos - Mayor facilidad de adquisición 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita control proporcional - Personal capacitado para mantenimiento

VÁLVULAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta o disminuye la velocidad - Tamaño pequeño - Pueden bloquear el paso del fluido 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de daño - Funcionan dependiendo los elementos hidráulicos.
VÁLVULAS DE SUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce el riesgo de daño - Evita la acumulación de aire en las vías hidráulicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Una sola vida - No resiste altas presiones - No resiste cambios bruscos de temperatura

Las válvulas colocadas son de tipo no proporcional de mando electrónico, estas van a ser comandadas por un joystick para brindar la apertura o cierre del paso del fluido en la máquina, dependiendo de la posición del joystick esta válvula reaccionará y la maquina se moverá, la válvula seleccionada es de tipo 4/3 esto quiere decir que tiene 4 vías y 3 posiciones las 4 vías son de entrada y salida, las 3 posiciones son las posiciones en las que estará el joystick es decir hacia delante en medio y hacia atrás que serían los principales movimientos.

Se añadió una válvula reguladora de caudal de tipo manual para regular el paso del fluido que tendrá el sistema hidráulico, mientras esta esté más abierta más rápido se moverá la máquina y cuando se la cierra se moverá lentamente, estos movimientos se mantendrán de manera constante dependiendo la posición de la válvula.

3.3.6 Selección de cadenas

Las cadenas son las encargadas de transmitir potencia de una rueda dentada hacia otra, en este proyecto está encargada de transmitir la potencia que le brinda el motor hidráulico hacia el eje de transmisión y este las envía hacia las ruedas.

Tabla 9

Selección de cadena

TIPO DE CADENA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CADENA DE ELEVACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Suben o bajan productos pesados - Trabajan a cualquier ángulo 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajas velocidades - Propensas a desgaste
CADENAS TRANSPORTADORAS	<ul style="list-style-type: none"> - Transporta materiales continuamente - Desliza o tira el material a transportar 	<ul style="list-style-type: none"> - No transmite potencia - Vida útil corta
CADENAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Transmite energía a corta o larga distancia - Transmite potencia de un ligar a otro 	<ul style="list-style-type: none"> - Es ruidosa - Necesita mantenimiento continuo

La cadena colocada es de acero con uniones de pasador son las más utilizadas para transmitir energía entre engranajes a corta o larga distancia, siendo de fácil manejo y adquisición, esta brinda mayor eficiencia, no se desliza, es capaz de transmitir

potencia a varios ejes con una sola cadena también tiene una larga vida útil y su costo no es muy elevado, siendo ideal para el proyecto.

3.3.7 Selección de acoples

Los acoples son aquellos que permiten las conexiones entre las mangueras, tuberías con los elementos del sistema de tracción hidráulico, para que no existan fugas del fluido ni pérdidas de potencia al momento de unir los elementos.

Tabla 10

Selección de acoples

ACOPLES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
REBORDEADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce el índice de falla - Alto funcionamiento en aplicaciones de presión 	<ul style="list-style-type: none"> - No son reutilizables
TIPO TORNILLO	<ul style="list-style-type: none"> - Reutilizables - Se coloca utilizando herramientas manuales 	<ul style="list-style-type: none"> - No resiste altas presiones

ACOPLES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DE COLLAR	<ul style="list-style-type: none"> - Reutilizables - Diseñados para mangueras de alta presión 	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca a presión mediante una prensa

Los acoples ubicados son de tipo rebordado, trabaja con altas presiones, deben quedarse adheridos durante toda la vida útil de la manguera. También se colocó acoples de tipo tornillo en algunos elementos hidráulicos para tener obtener facilidad al manipularlo.

3.3.8 Selección de fluido

Sabiendo que el fluido es el encargado de transmitir la potencia de un elemento a otro saliendo del tanque y retornando al mismo, para seleccionar el fluido debe tener las propiedades necesarias para el funcionamiento del proyecto.

Tabla 11*Selección de fluido hidráulico*

FLUIDOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FLUIDO HIDRÁULICO BASADO EN ACEITE	<ul style="list-style-type: none"> - Hecho a base de aceite y petróleo - Evita corrosión de los metales - No hace espuma 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor uso en sistemas de engranajes - Mantenimiento continuo
FLUIDO HIDRÁULICO SINTETICO	<ul style="list-style-type: none"> - Realizado a base de aceite - Resistente al fuego 	<ul style="list-style-type: none"> - Fluido inflamable - Exceso de elementos químicos
FLUIDO HIDRÁULICO CON ADITIVOS DETERGENTES	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente al fuego - Ideal para operar maquinas - Disipa el agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Inflamable en ciertas temperaturas - Deteriora juntas y sellos rápidamente.

El fluido colocado en el sistema hidráulicos del proyecto es un fluido hidráulico con aditivos detergente siendo el ISO VG 68 con aditivación anti desgaste su costo aumenta, pero accede a una mejor aditivación protegiendo los elementos hidráulicos de un desgaste rápido.

3.4 Montaje de elementos hidráulicos seleccionados

3.4.1 Montaje de catalinas

Se precedió a montar las catalinas en el motor hidráulico, el motor fue torneado al igual que la catalina así entro a presión en el motor hidráulico también tiene un pasador de seguridad así este estará asegurado y se mantendrá transmitiendo toda la potencia enviada desde el motor.

- Se torneo el motor hidráulico para poder poner la catalina o corona, sacando un pasador para que entre la corona a presión.

Figura 64

Torneado del eje del motor hidráulico



Nota: La fotografía muestra el pasador torneado del motor

- Se colocó en la prensa el motor hidráulico para montar la corona a presión, se instaló el pasador por seguridad.

Figura 65

Catalina



Nota: La fotografía muestra el montaje de la catalina en el motor hidráulico

Es recomendable que se realice de esta manera la adaptación de la corona al motor hidráulico, pues van a trabajar a altas presiones y velocidades por ello debe estar fijo y no debe tener deslizamiento ni estar remordido.

3.4.2 Relación de Transmisión

La relación de transmisión de engranes que tienen movimiento circular rotatorio, son utilizados para pasar potencia de un eje hacia otro produciendo el movimiento de las máquinas. (FROMETA, 2017)

La catalina y piñón seleccionados son de 30 y 26 dientes respectivamente teniendo un motor hidráulico nos envía 360 rpm continuas y 450 rpm intermitente

ECUACION 1: $N1 * Z1 = N2 * Z2$ (BREJCHA)

pag.272

Rueda conductora 30 dientes = Z1

Rueda conducida de 16 dientes = Z2

RPM 1 = N1

$$1rpm * 30 \text{ dientes} = N2 * 16 \text{ dientes}$$

$$N2 = \frac{1rpm * 30 \text{ dientes}}{16 \text{ dientes}}$$

$$N2 = 1,875$$

SIENDO 0.875 A 1

Con el desarrollo de la ecuación 1, se obtuvo que: 1 rpm muestra relación de transmisión es de 0,87 a 1 es decir por 0,87 de vuelta de nuestra catalina conductora las ruedas van a dar 1 vuelta.

El motor colocado trabaja a 360 rpm máxima continua, se puede apreciar en el Anexo D. Se utilizó la ecuación 1 para continuar con estos cálculos.

MAXIMA CONTINUA

$$360rpm * 30 \text{ dientes} = N2 * 16 \text{dientes}$$

$$N2 = \frac{360rpm * 30 \text{dientes}}{16 \text{dientes}}$$

$$N2 = 675 \text{ rpm}$$

Con el resultado de la ecuación 1 de velocidad continua (675 rpm), se procedió a calcular la velocidad intermitente, se volvió a utilizar la ecuación 1 para realizar los cálculos.

El motor colocado alcanza una velocidad intermitente de 450 rpm, como se evidencia en el Anexo D.

MAXIMA INTERMITENTE

$$RPM\ 450 = N1$$

$$450rpm * 30dientes = N2 * 16dientes$$

$$N2 = \frac{450rpm * 30dientes}{16dientes}$$

$$N2 = \mathbf{843,75rpm}$$

Con el resultado de la ecuación 1 se obtuvo (843,75rpm) máxima intermitente, que brindan los motores hidráulicos a los ejes de las ruedas.

Con el resultado de las ecuaciones resueltas anteriormente se obtuvo como conclusión que: la relación de engranajes que brindan los motores hidráulicos es de aumento de velocidad. Pues el engranaje conductor es mayor al engranaje conducido, por esto el engranaje conducido da mayor número de vueltas que el engranaje conductor

3.4.3 Montaje de motores hidráulicos

Para montar los motores hidráulicos en el bastidor se realizó cortes de platinas y se amoldo una base que esta soldada al bastidor en la parte media, detrás del motor y la bomba, así el motor hidráulico quedo elevado y montado en el bastidor cabe recalcar que se torneo la cabeza del motor hidráulico y la catalina de acero para evitar deslizamientos y sea capaz de enviar la misma potencia hacia las ruedas.

Cortar piezas de platina de 10mm también se cortó a medida de las bases del motor hidráulico para que este se siente.

Figura 66

Corte de platina



Nota: La fotografía muestra cortes de platina

Calcular la posición donde se ubicó la platina, soldada al bastidor para colocar los motores hidráulicos.

Figura 67

Anclaje de bases del motor



Nota: La fotografía muestra el anclaje de los motores hidráulicos

Se montó el motor hidráulico en la platina soldada en el bastidor y se adaptó pernos para aumentar la presión y mantenerle fijo al motor hidráulico.

Figura 68

Montaje de motor hidráulico



Nota: La imagen muestra el motor hidráulico en el bastidor

Al colocar los motores cerca de la bomba ayuda a reducir gastos en mangueras, fijándose que no tengan rozamientos con otros elementos, porque la circulación del

fluido debe estar separadas de cualquier otro elemento para evitar fallas, también nos brinda facilidad de acceso de los demás elementos, facilitando el mantenimiento.

3.4.4 Montaje de bomba hidráulica

Para montar la bomba hidráulica se observó la ubicación de los demás componentes del sistema de tracción hidráulico, al ser una bomba de maquinaria pesada que produce 3500psi se ubicó soldada en una platina y adherida al Motor Toyota 1000 2k, como el motor quedo fijo, la bomba queda estable y recta recibiendo de manera paralela la potencia del motor, por medio de mangueras envía la potencia a los motores hidráulicos para producir el movimiento de las ruedas, esta bomba también produce potencia para el movimiento de las herramientas de la maquina como son la pluma y la pala respectivamente.

Se creó una base de acero para que la bomba engrane en la salida del motor, de esta manera no perderemos la potencia enviada a la bomba.

Figura 69

Acople de acero



Nota: La imagen muestra un acople de acero

Para colocar la bomba se añadió un separador de acero, este servirá para que la bomba no tenga contacto con el volante.

Figura 70

Perforación del volante de inercia



Nota: Perforación de volante de inercia

Se colocó una platina de acero con pernos al motor para que la bomba quede fija en paralelo con el volante de inercia, la bomba no tiene inconvenientes porque es de maquinaria pesada, la bomba no pierde potencia ni presenta problemas porque está acoplada al volante y anclada al motor.

Figura 71

Anclaje de platina al motor



Nota: Anclaje de platina al motor

Se ancló la bomba en la platina perforada, la bomba debe mantenerse fija, pues trabaja a altas potencias, para evitar daños y sea más accesible en caso de mantenimiento.

Figura 72*Anclaje de bomba hidráulica*

Nota: La fotografía muestra el anclaje de la bomba hidráulica

La bomba hidráulica se encuentra colocada de manera fija frente al motor ya que existe mayor facilidad de transmisión de potencia de manera paralela, añadiendo el fácil acceso al mantenimiento, reduciendo costos en mangueras así brindando espacio para todo el circuito.

3.4.5 Montaje de válvulas hidráulicas

Las válvulas 4/3 de mando electrónico se encuentran ancladas en la parte trasera del batidor alado de las válvulas de herramientas, están soldadas paralelas a la bomba hidráulica de esta manera las mangueras que llegan hacia las válvulas, no tendrán ningún contacto con algún elemento pues estas deben estar libres para poder anclar con las mangueras, tienen acoples simples de roscado que estos se pueden

ajustar y aflojar por medio de herramientas fáciles de conseguir, así se puede manipular estas de manera sencilla.

- Se añadió una platina perforada en la parte media del bastidor

Figura 73

Platina perforada



Nota: La imagen muestra una platina perforada

- Se colocó válvulas 4/3 en la platina

Figura 74

Válvulas 4/3 de mando electrónico



Nota: La fotografía muestra válvulas 4/3

- Se anclo la válvula reguladora de caudal de mando manual.

Figura 75

Válvula reguladora de caudal



Nota: La fotografía muestra la válvula reguladora de caudal

Las válvulas se encuentran ubicadas en este sector sabiendo que es el punto medio del bastidor, acercándose a los motores hidráulicos y bomba hidráulica, tiene espacio para realizar mantenimientos; en la mitad del bastidor las mangueras pueden cruzar libres, los mandos están cerca de las válvulas, la válvula reguladora de caudal se encuentra cerca del joystick para regular la velocidad de la maquina

3.4.6 Colocación de acoples

Para colocar los acoples se tomó en cuenta el sector donde están ubicados los elementos que están encargadas transmitir altas presiones colocando un acople rebordeado para evitar fallas de unión, para esto se utilizó herramientas de presión.

- Se coloca acoples en mangueras

Figura 76

Acople de manguera



Nota: La imagen muestra el acople en manguera

- Se colocó acoples en herramientas

Figura 77*Acoples en las herramientas*

Nota: La fotografía muestra los acoples en las herramientas

Los acoples rebordeados fueron colocados en mangueras porque son los lugares donde existieron fallas por la presión generada de las herramientas, al utilizar estos acoples reduce el índice de falla y brinda larga vida útil

Se montó acoples de tipo tornillo en la entrada y salida de elementos hidráulicos, permitiendo acceder rápidamente a un mantenimiento sencillo ya que son manipulados por herramientas manuales.

3.4.7 Montaje de mangueras

Al comenzar a montar las mangueras se aseguró de las medidas entre los elementos, también por donde pasara la manguera para que no rose con ningún otro elemento asegurando que no se rompa y cumpla su función netamente. Se cortaron las

mangueras a medida, se colocó acoples en cada una de las puntas de las mangueras para poder ser conectadas y así poder transmitir el fluido de un elemento a otro.

- Se midió las distancias entre los elementos hidráulicos, así se logró ubicar los metros de manguera que entran en el sistema.

Figura 78

Medición de distancia entre elementos hidráulicos



Nota: La fotografía muestra la medición de mangueras

- Con el metraje exacto se procedió a cortar las mangueras SAE100R2 para los elementos que trabajan con altas presiones

Figura 79

Corte de manguera SAE100R2



Nota: La imagen muestra el corte de manguera

- Se desarrolló los cortes de las mangueras SAE100R1 para el retorno del circuito hasta el tanque este tipo de manguera se utiliza en bajas presiones

Figura 80

Corte de manguera SAE100R1



Nota: La imagen muestra el corte de mangueras R1

- Se colocó acoples en cada una de las puntas de las mangueras

Figura 81

Acoples seleccionados



Nota: La fotografía muestra acoples

- Se colocó las mangueras en el circuito, utilizando las herramientas necesarias para que los acoples sellen completamente y no existan fugas.

Figura 82

Manguereado del sistema hidráulico



Nota: La imagen muestra el manguereado de los elementos hidráulicos

Fue utilizado este tipo de mangueras por resistencia a altas presiones y larga vida útil para que el proyecto se mantenga en servicio por largo tiempo y nos evite

posibles fallos, no se utilizó cañerías para reducir costos y al ser una máquina de entrenamiento será desarmada constantemente y las mangueras son manipulables fácilmente y tiene larga vida útil.

3.4.8 Montaje de cadenas

Para montar la cadena primero se midió la distancia que tiene entre el piñón conductor del motor hidráulico hasta el piñón conducido del eje de transmisión se dio la vuelta completa, se encontró un problema que existía un rozamiento con el bastidor, para solucionarlo se colocó un piñón guía, donde existía el rozamiento así la cadena quedo libre y al ser guía no reduce la relación de un piñón hacia el otro.

- Medición de distancia que recorre la cadena

Figura 83

Medición de cadena



Nota: La imagen muestra la medición de la cadena

- Se colocó un piñón guía para evitar el rozamiento con el bastidor (no afecta la relación entre los piñones conductor y conducido)

Figura 84

Piñón guía



Nota: La fotografía muestra el anclaje del Piñón guía

- Se realizó un corte en la cadena y se colocó en el sistema de tracción hidráulico.

Figura 85

Montaje de cadena



Nota: La imagen muestra el montaje de la cadena

La cadena de pasador puede transportar potencia en distancias largas y cortas por medio de engranes, ubicándola de manera recta para transmitir la potencia del motor hidráulico hacia las ruedas.

3.5 *Diseño del Tanque*

El tanque es el depósito del fluido de un sistema hidráulico, está encargado de eliminar altas temperaturas (calor), también separa el agua del aceite.

- Se realizó cálculos para diseñar el tanque.

Teniendo el diámetro de las mangueras SAE100R1 y SAE100R2 como se evidencia en el Anexo B.

ECUACIÓN 2; $A = \pi * D * \frac{D}{4}$ (LANCIONI)

pag47.

Área = A

SAE100R1 = 0.0375 mm

SAE100R2 = 0.0508 mm

Diámetro = D

$$A = 3,1416 * 0.0375mm * \frac{0.0375mm}{4}$$

$A = 0,001104 mm^2$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 2; (0.001104mm²) siendo el área de la manguera SAE100R1, se procedió utilizar la ecuación 3 para realizar cálculos de volumen de fluido que ingresa en las mangueras.

ECUACIÓN 3; $V = (A * 043mm) * 1000$ (RANALD V, 1963)

pág.96-132

Volumen del fluido manguera SAE100R1 = V

$$V = (0,001104mm^2 * 0.43 mm) * 1000$$

$$V = 0.4749m$$

Se obtuvo (0,4749m) como resultado de la ecuación 3, siendo el volumen del fluido de la manguera SAE100R1, Se continuó calculando con la ecuación 4

ECUACIÓN 4; $V1 = V * L$ (RANALD V, 1963)

pág.96-

132

Volumen de fluido manguera SAE100S2 = V1

longitud = l

$$V1 = 0,4749m * 10m$$

$$V1 = 4.74 \text{ litros}$$

4,74 litros es igual a 1,25 galones

Se obtuvo como resultado de la ecuación 4, (4,47 litros siendo 1,25 galones) que se encuentran en las mangueras SAE100R1 por lo tanto se procedió a calcular el fluido de las mangueras SAE100R2 utilizando la ecuación 2 nuevamente

$$A = 3,1416 * 0.0508mm * \frac{0.0508mm}{4}$$

$$A = 0,002027 \text{ mm}^2$$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 2; (0.002027mm²) siendo el área de la manguera SAE100R2, se procedió utilizar la ecuación 3 para realizar cálculos de volumen de fluido que ingresa en las mangueras.

$$V = (0,002027 \text{ mm}^2 * 0.43 \text{ mm}) * 1000$$

$$V = 0.4749m$$

Se obtuvo (0,4749m) como resultado de la ecuación 3, siendo el volumen del fluido de la manguera SAE100R1, Se continuó calculando con la ecuación 4

$$V1 = 0,8716m * 14m$$

$$V1 = 12.20 \text{ litros}$$

12.20 litros es igual a 3,22 galones

Se obtuvo como resultado de la ecuación 4, (12,20 litros siendo 3,22 galones) que se encuentran en las mangueras utilizadas para alta presión SAE100R2, se procedió a calcular el fluido total de las mangueras utilizando la ecuación 5.

ECUACIÓN 5; $V_t = V_1 + V_2$ (RANALD V, 1963)

pág.96-132

Volumen de fluido total de las mangueras = V_2

Volumen de fluido total de las mangueras = V_1

Volumen total del fluido en el sistema = V_t

$$V_t = 1.25 \text{ galones} + 3.22 \text{ galones}$$

$$\mathbf{V_t = 4,47 \text{ galones}}$$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 5 (4,47 galones) que se encuentran en todas las mangueras del sistema. Se procedió a calcular el valor total del sistema hidráulico aumentando el coeficiente de seguridad que se evidencia en el Anexo C, así se procedió a desarrollar la ecuación 6

ECUACIÓN 6 $V_3 = V + S$. (RANALD V, 1963)

pág.96-132

Coeficiente de seguridad = S

Volumen del fluido en el sistema = V_3

$$S = 1,35;$$

$$V_3 = V_t * S$$

$$V_3 = 4.47 \text{ galones} * 1.35 \text{ galones}$$

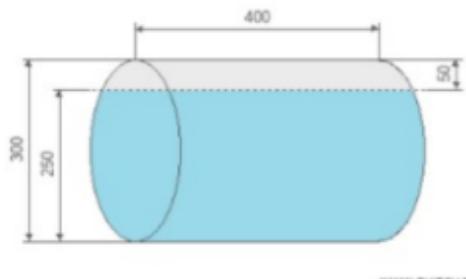
$$V3 = 6,03 \text{ galones}$$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 6, (6.03galones) el cálculo de todo el fluido añadiendo los galones calculados, del coeficiente de seguridad (1,35) referenciado en el Anexo 3 hace referencia al número de cilindros que tiene la máquina.

- Para diseñar el tanque, se basó en el número de galones que trabajan en la maquina (6,03 galones).

Figura 86

Diseño del tanque



Nota: La imagen muestra el diseño del tanque en sus medidas

Sabiendo que tenemos el diámetro de 30 cm, de largo 40 cm y de altura del fluido 25 cm, el tanque abarca 6 galones de fluido en su totalidad.

ECUACIÓN 7: $AP = p * g * h$ (LEVENSPIEL, 1993)

cap.11pág.9

Presión hidráulica = Ap

Altura del fluido = h

gravedad = g

Densidad del fluido = ρ

$\rho = 0,854 \frac{kg}{m^3}$ se puede apreciar en el Anexo 1

$h = 25cm = 0,25 m$

$$AP = \left(0,854 \frac{kg}{m^3}\right) * \left(9,8 \frac{m}{s^2}\right) * (0,25m)$$

$$\mathbf{Ap = 2,09 psi}$$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 7, (2,09 psi) de presión hidrostática que viene dada del peso del fluido en reposo.

ECUACIÓN 8 $P = Pop + Ap + (Pop + Ap) * 0.15$ (LEVENSPIEL, 1993) **cap.11pág.10**

Presión diseño = P

Presión de operación = Pop

$Pop = 2,15 psi$

$$P = 2,15psi + 2,09psi + (2,15psi + 2,09psi) * 0.15$$

$$P = 4,24psi + 0.32psi + 0.31psi$$

$$\mathbf{P = 4,87psi}$$

Se obtuvo como resultado de la ecuación 8, (4,87psi) de presión de diseño con estos valores obtenidos se procedió a calcular:

ECUACIÓN 9 $tc = \frac{PR}{SE-0.6*P} + C1$ (LEVENSPIEL, 1993)

cap.11pág.13

Radio = R

Factor de soldadura = E

Limite elástico = S

Espesor del cilindro = tc

Sobre espesor de corrosión = C1

R = 15cm = 5,9pulg

*Limite elástico del aluminio = $7 \frac{N}{m}^2$ segun la ley de young * 10^{10} es decir $7 * 10^{10}$*

*$7 * 10^{10} \frac{N}{m}^2 = 10152641,64 \text{ psi}$*

C1 = 3mm = 0.11pulg

R = 15cm = 5,9pulg

$$tc = \frac{4.87\text{psi} * 5.90\text{pulg}}{(10152641.64\text{psi})(0.85) - 0.6 * (4,87\text{psi})} + 0.118 \text{ pulg}$$

$$tc = \frac{28.73 \frac{\text{psi}}{\text{pulg}}}{8629742.47 \text{ psi}} + 0.118\text{pulg}$$

tc = 0, 12 pulg

0, 12pulg es igual a 3, 048mm

Se obtuvo como resultado de la ecuación 9, (0,12pulg siendo 3,048mm), esto quiere decir que el espesor de la pared del tanque colocado en la máquina de entrenamiento es de 3,048mm.

3.5.1 Colocación del fluido

Se procedió a colocar el fluido en el circuito hidráulico se llenó de líquido los elementos hidráulicos, también mangueras (todo el sistema) después de haber calculado los galones necesarios, siendo 4,56 galones de fluido en todo el sistema, fueron colocados 5 galones de fluido por seguridad.

- Se colocó aceite ISO68 con aditivo en el sistema hidráulico.

Figura 87

Llenado del sistema



Nota: La fotografía muestra la colocación de fluido

CAPITULO IV

4 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Prueba de funcionamiento de las Válvulas Hidráulicas.

Sabiendo que, el Sistema de Tracción Hidráulico es el encargado de brindarle movimiento a la máquina de entrenamiento, los elementos hidráulicos, bomba hidráulica, motor hidráulico, válvulas hidráulicas, son perfectos para producir movimiento transformando la potencia en velocidad.

Luego de haber simulado el Sistema de Tracción Hidráulico, se conectaron las válvulas 4/3 (no proporcional) con una válvula reguladora de presión (Manual) para que estas reciban la potencia de la bomba, transmitiendo a los motores hidráulicos que son los encargados de guiar la potencia hacia las ruedas por medio de engranes.

Considerando que:

- **Abierto:** Cuando el joystick manda la señal de apertura la válvula 4/3 permite el paso constante del flujo al sistema, mientras tanto la válvula reguladora de presión controla la porción de fluido que es enviada.
- **Cerrado:** Cuando el joystick manda la señal de cierre la válvula 4/3 detiene el paso del fluido al sistema enviándolo directamente al tanque, produciendo que se detenga el movimiento.

Figura 88*Prueba de válvulas*

Nota: La imagen muestra la prueba de Válvulas

4.2 Prueba de funcionamiento de la bomba

Tomando en cuenta la simulación del Sistema de Tracción, el Motor Toyota 2K está encargado de transmitir las rpm a la bomba hidráulica, siendo esta la que envía presión de fluido por medio de mangueras a todo el sistema hidráulico tanto como a las herramientas, es pieza fundamental para el funcionamiento del proyecto, cuando el motor se encuentra en reversa la bomba cambia el sentido del giro, aquí la presión disminuye dependiendo las rpm del motor, provocando que la maquina vaya de reversa. Considerando que:

- **Avance:** Cuando el joystick envía la señal de apertura las válvulas permiten el paso de la presión enviada de la bomba hacia el sistema, produciendo un

movimiento constante hacia delante de la maquina esto depende de la posición de la válvula reguladora de caudal.

- **Retro:** Cuando el joystick está totalmente hacia atrás los motores y el sentido del giro de los elementos cambia de dirección y la maquina se mueve de manera constante dependiendo la posición de la válvula reguladora de caudal

Figura 89

Prueba de bomba hidráulica



Nota: La fotografía muestra la prueba de la bomba

4.3 Prueba de funcionamiento del Motor Hidráulico

Los motores hidráulicos están encargados en recibir la señal enviada desde las válvulas para dirigir el movimiento a las ruedas, dependiendo de la señal que envíe el joystick la maquina se moverá, los motores hidráulicos convierten la potencia en energía mecánica por medio de engranes y cadenas. Debe considerarse la señal que el joystick enviara siendo:

- **Delantera:** Si el joystick se encuentra hacia delante el giro de los motores hidráulicos serán normales y el movimiento de la maquina comenzara.
- **Atrás:** Cuando el joystick se encuentra hacia atrás el giro de los motores hidráulicos cambiaran totalmente, produciendo que la maquina vaya de reversa
- **Izquierda:** Si el joystick se encuentre en posición izquierda esto indica que solo el motor hidráulico del lado izquierdo trabajara más que el derecho para producir el giro del sistema de tracción hacia ese lado.
- **Derecha:** Cuando el joystick se encuentra en posición derecha esto indica que solo el motor hidráulico del lado derecho trabajara más que el izquierdo produciendo un giro del sistema de tracción hacia ese lado.

Figura 90

Prueba de motores hidráulicos



Nota: La imagen muestra la prueba de motores

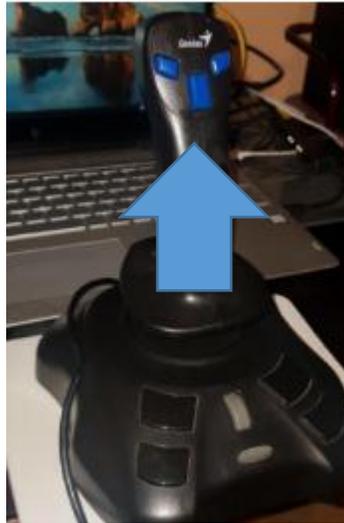
Los elementos del sistema de tracción hidráulico deben manipularse con cuidado ya que trabajan en altas presiones y pueden producirse quemaduras también deben tener un buen mantenimiento para que tengan una larga vida útil, estos son difíciles de adquirir y su costo es muy elevado.

4.4 Posición de joystick

El joystick está encargado de enviar las señales del operador hacia las válvulas, reaccionando de diferente manera por cada posición.

Figura 91

Posición de avance



Nota: La figura muestra un joystick

Cuando el operador coloca el joystick en posición de avance la máquina los motores empiezan a girar produciendo un movimiento de avance en la máquina.

Figura 92

Avance

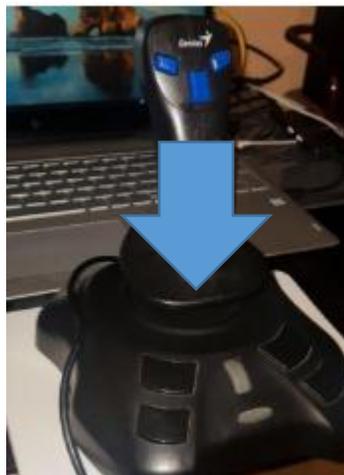


Nota: La fotografía muestra como la maquina avanza hacia delante

La máquina reacciona según la posición del joystick a continuación se muestra en la figura 93, como debe estar el joystick para que la maquina retroceda

Figura 93

Posición de retro



Nota: La imagen muestra la posición del joystick

Cuando el joystick se encuentra en la posición de retro los motores giran hacia atrás y la maquina retrocede dependiendo la apertura de las válvulas.

Figura 94

Retro

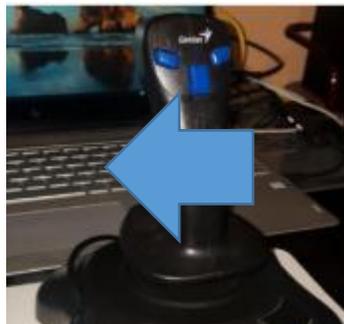


Nota: La fotografía muestra el retroceso de la maquina

En la figura 95 se muestra la posición del joystick generada por el operador esto provoca que la maquina reaccione según su señal.

Figura 95

Posición de giro izquierda



Nota: la imagen muestra la señal del joystick

Si el operador coloca el joystick a lado izquierdo el motor hidráulico derecho gira hacia delante y el motor hidráulico izquierdo hacia atrás produciendo el giro.

Figura 96

Giro izquierda



Nota: La fotografía muestra el giro de la maquina

En la figura 97 se muestra la posición del joystick generada por el operador esto provoca que la maquina reaccione según su señal provocando el giro.

Figura 97

Posición de giro derecho



Nota: La imagen muestra la posición del joystick

Si el operador coloca el joystick a lado derecho el motor hidráulico derecho gira hacia atrás y el motor hidráulico izquierdo hacia delante produciendo el giro

Figura 98

Giro derecha



Nota: La fotografía muestra el giro de la maquina

La máquina trabaja a altas presiones por lo tanto en la figura 99 se muestra la presión en el manómetro

Figura 99

Manómetro de presión



Nota: La imagen muestra el manómetro

CAPITULO V

5 MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 Recursos humanos

En la siguiente tabla se muestra los colaboradores en el desarrollo de este proyecto de titulación, la misma describe el aporte de cada uno de ellos de manera específica.

Tabla 12

Recursos humanos

NOMBRES	APORTE
Ortega Carrillo Francisco Alejandro	Simulación, Construcción y elaboración del proyecto
Ing. León Almeida Jaime	Director y supervisor general de tesis
Tec. Ind. Rocha Miguel	Guía en diseño y construcción del sistema hidráulico

5.2 Recursos tecnológicos

Son considerados como recursos tecnológicos a aquellas herramientas que facilitaron la elaboración del proyecto de titulación, como en la parte escrita tanto en el desarrollo de la parte práctica: en la siguiente tabla se detallaran los recursos utilizados con sus valores respectivos

Tabla 13*Recursos Tecnológicos*

Orden	Recursos Tecnológicos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Microsoft Office	1	\$100.00	\$100.00
2	Automation Studio	1	\$30.00	\$30.00
3	Zhitov	1	\$0.00	\$0.00
			Total:	\$130.00

5.3 Recursos Materiales

Son considerados como recursos materiales todos los elementos físicos que han sido utilizados para el desarrollo del proyecto de titulación, en la siguiente tabla detallara los elementos utilizados y cada uno de sus valores.

Tabla 14*Recursos Materiales*

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Bomba Hidráulica	1	\$150.00	\$150.00
2	Motor de combustión interna	1	\$300.00	\$300.00
3	Válvula reguladora de caudal	1	\$70.00	\$70.00
4	Válvula proporcional 4/3	2	\$160.00	\$320.00
5	Mangueras	9	\$8.00	\$72.00
6	Acoples	18	\$6.00	\$108.00
7	Tanque	1	\$50.00	\$50.00
8	Motores Hidráulicos	2	\$75.00	\$150.00
9	Cadenas	2	\$20.00	\$40.00
10	Engranajes	6	\$15.00	\$90.00
11	Ejes de acero	4	\$40.00	\$160.00
12	Neumáticos	4	\$20.00	\$80.00
			Total:	\$1446.00

5.4 Presupuesto

Una vez determinados los gastos materiales tanto como los gastos tecnológicos que permitieron el desarrollo del proyecto de titulación, se realizó una tabla que refleja los valores invertidos en el proyecto.

Tabla 15

Presupuesto

Orden	Recurso	Valor Total
1	Recursos Tecnológicos	\$130.00
2	Recursos Materiales	\$1446.00
3	Imprevistos	\$200.00
Total:		\$1776.00

5.5 Cronograma

La siguiente tabla muestra el tiempo que ha sido empleado en la elaboración del proyecto de titulación.

CONCLUSIONES

- Una vez concluido el proyecto se logró implementar el sistema de tracción hidráulica en la maquina desarrollada ya que se realizó la verificación de sistemas, así se determinó la mejor adecuación de esta.
- Referente a los sistemas de tracción hidráulica se desarrolló la investigación adecuada la cual permitió seleccionar y aplicar el mejor sistema para la maquinaria pesada desenvolviéndose plenamente.
- Se realizó todas las pruebas de funcionamiento del sistema hidráulico del banco de entrenamiento de la máquina pesada y a la vez superando las dificultades se logró el funcionamiento de la maquina pesada a su totalidad.
- Se diseñó la simulación del sistema de tracción hidráulica del banco de entrenamiento de maquinaria pesada de la carrera de Tecnología en superior en Mecánica Automotriz.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar un mantenimiento básico de cada elemento del sistema de tracción hidráulico para que trabajen eficientemente y tengan mayor vida útil, también que este proyecto sirva de material educativo para los estudiantes de la carrera de Tecnología superior en Mecánica Automotriz.
- Es necesario purgar cada uno de los elementos hidráulicos, para evitar la pérdida de presión en el sistema.
- Si existen fallas en el funcionamiento de las válvulas, se debe verificar las conexiones de mangueras de acuerdo a la simulación e incluso el desfogue, si alguna manguera está rota debe cambiarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGARITA, E. S. (9 de FEBRERO de 2016). *SlideShare*. Recuperado el 10 de MAYO de 2020, de <https://es.slideshare.net/Etame/sistemas-hidráulicos-en-maquinaria-pesada-1?fbclid=IwAR3VQ44GKrPvg6bmGHGIhS1Vp-DBOWyQ9EtRuiuoXpm9e8iZceoO-yMo27Q>

AUTOCASION. (12 de FEBRERO de 2015). *AUTOCASION*. Recuperado el 2019 de MAYO de 25, de <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/control-de-tracción-el-acelerador-inteligente>

BOSCH. (2 de OCTUBRE de 2016). *Bosch ESP®*. Recuperado el 2019 de 05 de 27, de http://www.bosch-esperience.com.es/es/language1/traction_control_system_tcs.html

BREJCHA, B. (s.f.). *Los cambios automáticos*. Ludwigshafen. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020, de <https://descargargratislivros.com/los-cambios-automaticos/>

CATERPILLAR. (4 de ABRIL de 2016). *MANUAL DE NEUMÁTICA E HIDRÁULICA – CIRCUITOS, TIPOS DE MANDOS Y CILINDROS*. Recuperado el 27 de MAYO de 27, de <https://www.maquinariaspesadas.org/s/manuales-hidraulica>

COMPAÑÍA LEVANTINA DE REDUCTORES, S.L. (14 de JULIO de 2020). Obtenido de <https://clr.es/blog/es/engranajes-rectos-engranajes-helicoidales/#:~:text=Los%20engranajes%20helicoidales%20operan%20de,o%20cruzars e%20generalmente%20a%2090%C2%BA>.

ECURED. (2015). *Sistema Hidráulico de los Equipos Pesados*. CALIFORNIA: PUEBLO Y EDUCACION. Obtenido de https://www.ecured.cu/Sistema_hidr%C3%A1ulico

EL TIEMPO. (04 de MAYO de 2017). Recuperado el 13 de FEBRERO de 2020, de <https://www.motor.com.co/actualidad/industria/jueves-mecanica-historia-funcionamiento-tracción/28638>

- FROMETA, J. (18 de MAYO de 2017). *ECURED*. Recuperado el 10 de ABRIL de 2020, de https://www.ecured.cu/Relaci%C3%B3n_de_transmisi%C3%B3n
- Garcia, H. (21 de JULIO de 2017). *Puro Motores*. Recuperado el 14 de ABRIL de 2020, de <https://www.puromotores.com/13092115/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-fluidos-hidráulicos>
- GUTIERRES, D. (15 de JULIO de 2018). *MONOGRAFIAS.COM*. Recuperado el 18 de FEBRERO de 2020, de <https://www.monografias.com/trabajos97/sistema-hidráulico/sistema-hidráulico.shtml>
- INGEMECANICA*. (13 de JUNIO de 2017). Recuperado el 15 de ABRIL de 2020, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>
- IXCAPA, L. A. (18 de SEPTIEMBRE de 2018). *ingeniería social*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de https://ingenieriasocial32.blogspot.com/p/unidad-5_24.html
- LANCIONI, J. (s.f.). *INTRODUCCIÓN A LA MATEMÁTICA*. ARGENTINA. Recuperado el 13 de JUNIO de 2020, de <http://www2.ucc.edu.ar/archivos/documentos/Institucional/PRIUCC/Ingreso%202015/Modulo-Intro-Matematica-Material-Estudio.pdf>
- LEVENSPIEL, O. (1993). *MANUAL DE CÁLCULOS*. CATALUNYA, ESPAÑA: REVERTÉ. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020, de https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168385/TFG_Capsule_cap11.pdf
- LUBRAL*. (26 de JULIO de 2019). Recuperado el 14 de ABRIL de 2020, de <https://www.lubral.com/descubre-la-funcion-de-los-fluidos-hidráulicos/>
- MANPLESCO*. (14 de JULIO de 2017). Recuperado el 13 de Marzo de 2020, de <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>

- MOLINA, C. J. (19 de JULIO de 2018). *RURALNET*. Recuperado el 15 de MARZO de 2020, de <https://ruralnet.com.ar/descripcion-practica-del-tractor-y-los-sistemas-que-lo-asisten/>
- MOTORGIGA. (13 de AGOSTO de 2016). Recuperado el 16 de FEBRERO de 2020, de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/hidraulica-transmision-definicion-significado/gmx-niv15-con194381.htm>
- MYTISA. (15 de MARZO de 2017). Recuperado el 11 de ABRIL de 2020, de http://www.geocities.ws/mytisa_ing/Enfriadores/enfriadores.html
- Negrete, J. (05 de JUNIO de 2018). *EcuRed*. Recuperado el 16 de FEBRERO de 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=Transmisi%C3%B3n_hidr%C3%A1ulica&action=history
- Orduña Rubio, M. E., Olvera Gutierrez, J. E., Mendieta Hernandez, P., & Acosta Olvera, J. S. (07 de NOVIEMBRE de 2019). *Idoc.pub*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020, de <https://idoc.pub/documents/tanque-hidráulico-mwl15q76j14j>
- PARKER. (02 de MAYO de 2017). *PARKER*. Recuperado el 15 de MAYO de 2020, de <http://blog.parker.com/mx/c%C3%B3mo-seleccionar-la-manguera-correcta-para-transmisi%C3%B3n-de-potencia>
- QUISPE, M. (25 de NOVIEMBRE de 2015). *BLOGSPOT*. Recuperado el 11 de MARZO de 2020, de <https://mirkoquispe23.blogspot.com/2015/11/blog-post.html>
- RANALD V, G. (1963). MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA. En G. RANALD V, *MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA* (págs. 96-132). PHILADELPHIA: McGRAW-HILL. Recuperado el 15 de AGOSTO de 2020, de <https://www.yumpu.com/en/document/read/54584981/mecanica-de-los-fluidos-e-hidraulica-problemas-resueltos-r-v-giles>
- Rubio, M. E. (07 de NOVIEMBRE de 2019). *IDOCPUB*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020, de <https://idoc.pub/documents/tanque-hidráulico-mwl15q76j14j>

RUBIO, M. E. (07 de NOVIEMBRE de 2019). *IDOCPUB*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020

Solorzano, R. (21 de JUNIO de 2016). *Hydraulics & Pneumatics*. Recuperado el 11 de ABRIL de 2020, de <https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886595/principios-ingenieriles-bsicos-motores-hidrulicos>

VALLEJO, V. (17 de OCTUBRE de 2017). *SUMATEC.CO*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2020, de SUMATEC.CO: <https://sumatec.co/mangueras-hidraulicas-que-tipos-existen/>

VILLANUEVA, M. (2 de ENERO de 2014). *SlideShare*. Recuperado el 10 de ABRIL de 2020, de <https://es.slideshare.net/ceciliahuapaya1/hidraulica-29634223>

wemoto.es. (s.f.). Recuperado el 29 de JUNIO de 2020, de http://www.wemoto.es/info/motorcycle_chain_and_sprocket_guide/

ANEXOS