



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO DE VÁLVULAS Y
SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA UN BANCO DE PRUEBAS
PARA EL TALLER DE MAQUINARIA PESADA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

VICTOR JHONNATHAN PEÑAFIEL ROJAS
GUIDO ROBINSON TOAQUIZA MASAPANTA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO DE VÁLVULAS Y
SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA UN BANCO DE PRUEBAS
PARA EL TALLER DE MAQUINARIA PESADA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: VICTOR JHONNATHAN PEÑAFIEL ROJAS
GUIDO ROBINSON TOAQUIZA MASAPANTA

DIRECTOR: ING. VÍCTOR DAVID BRAVO MOROCHO

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Víctor Jhonnathan Peñafiel Rojas & Guido Robinson Toaquiza Masapanta

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

Nosotros, Víctor Jhonnathan Peñafiel Rojas & Guido Robinson Toaquiza Masapanta, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 5 de julio de 2024



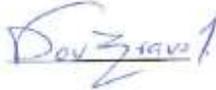
Victor Jhonnathan Peñafiel Rojas
060386389-5



Guido Robinson Toaquiza Masapanta
125033826-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO DE VÁLVULAS Y SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL TALLER DE MAQUINARIA PESADA**, realizado por los señores: **VICTOR JHONNATHAN PEÑAFIEL ROJAS y GUIDO ROBINSON TOAQUIZA MASAPANTA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Milton Javier Solís Santamaria PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-07-05
Ing. Víctor David Bravo Morocho DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-07-05
Ing. Edgar Fabian Sánchez Carrión ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-07-05

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado de todo corazón primeramente a Dios por la guía, la fuerza, el poder mental, la protección, las habilidades y lo primordial una vida saludable, para lograr todos mis objetivos a lo largo de la carrera. Con mucho amor para mi madre quien ha sido mi principal motor y mi apoyo incondicional tanto moral como financiero; por su paciencia, su amor y sobre todo por confiar en mí y nunca dejarme caído ante todos los grandes tropiezos y adversidades que he tenido a lo largo de mi vida. De igual manera para mi hijo Victor Gabriel que gracias a su existencia ha sido un impulso el cual me ha motivado cada día salir adelante y seguir el camino al éxito.

Victor

Quiero dedicar este trabajo de titulación primeramente a Dios por haberme dado salud, la fuerza y el conocimiento para poder lograr mis objetivos planteados en mi carrera. Con mucho amor a mis padres que me han apoyado incondicionalmente y han confiado en mí, a pesar de mis tropiezos nunca me han abandonado, todo lo que soy es gracias a ellos. De igual manera a mis hermanos por ser parte fundamental en mi vida y por el apoyo que siempre me brindaron a lo largo de mi carrera universitaria.

Guido

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Estado del Arte.....	5
2.2 Referencias teóricas.....	5
2.2.1 <i>Grupo de válvulas oleo hidráulicas</i>	5
2.2.2 <i>Componentes del grupo de válvulas oleo hidráulicas</i>	6
2.2.3 <i>Tipo de Válvulas</i>	7
2.2.4 <i>Principio de funcionamiento</i>	13
2.2.5 <i>Diagrama Hidraulico</i>	14
2.2.6 <i>Válvulas de control direccional</i>	14
2.2.6.1 <i>Clasificación de válvulas de control direccional</i>	14
2.3 Fundamento matemático.....	19

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.....	24
----------------------------	----

3.1	Diagrama de etapas del proyecto.	24
3.2	Metodología de la investigación a realizar.	24
3.2.1	<i>Tipo de estudio</i>	24
3.3	Cronograma de actividades.	27
3.4	Recursos o materiales.	28
3.5	Equipos.	29
3.6	Recursos humanos.	29
3.7	Desarrollo del proyecto	30
3.7.1	<i>Características del grupo de válvulas oleo hidráulicas</i>	30
3.8	Conectores, adaptadores rápidos en partes y piezas del grupo de válvulas oleo hidráulicas.	31
3.9	Cálculos de caída de presión por longitud de manguera.	38
3.10	Implementación del grupo de válvulas	40
3.10.1	<i>Análisis comparativo del grupo de válvulas disponibles en el mercado nacional</i>	40
3.10.2	<i>Ponderación y caracterización del grupo seleccionado.</i>	42
3.10.3	<i>Implementación</i>	43
3.10.3.1	<i>Equipo de protección personal</i>	43
3.10.3.2	<i>Revisión del estado del grupo de válvulas</i>	46
3.11	Herramientas y equipos para la implementación	46
3.12	Implementación de acoples y manómetros de medición	50

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	53
4.1	Pruebas de presión del grupo de válvulas oleo hidráulicas	53
4.2	Verificación con Hoja de Inspección	54
4.3	Guía de Práctica	57
4.3.1	<i>Tema de la práctica:</i>	57
4.3.2	<i>Introducción:</i>	57
4.3.3	<i>Objetivos</i>	57
4.3.4	<i>Marco Teórico</i>	57
4.3.5	<i>Materiales y herramientas para la práctica</i>	57
4.3.6	<i>Desarrollo de la práctica</i>	58
4.3.7	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	58
4.3.8	<i>Referencias bibliográficas</i>	58

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1	Conclusiones	59
5.2	Recomendaciones	61

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación de número de puerto/posición.	15
Tabla 2-2:	Tipos de Carretes.....	15
Tabla 2-3:	Clasificación por método de operación y disposición de los resortes.	18
Tabla 3-1:	Metodología de Aplicación.	25
Tabla 3-2:	Cronograma.....	27
Tabla 3-3:	Materiales	28
Tabla 3-4:	Recursos	30
Tabla 3-5:	Características del grupo de válvulas oleo hidráulicas.....	30
Tabla 3-6:	Características del tipo de manguera de adaptación para el grupo de válvulas oleo hidráulicas.	32
Tabla 3-7:	Datos de Densidad y Viscosidad Cinemática.....	40
Tabla 3-8:	Comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas HAWE HYDRAULIK.	41
Tabla 3-9:	Datos de comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas LIVENZA.....	41
Tabla 3-10:	Datos de comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas BEZARES BZ.	41
Tabla 3-11:	Datos de comparación de grupo de las válvulas oleo hidráulicas FABRAZI HYDRAULIC.	42
Tabla 3-12:	Ponderación de Factores según la Selección de Proveedores de grupos de válvulas oleo hidráulicas en el mercado nacional.....	42
Tabla 3-13:	Características de Llave fija de dos bocas BAHCO 6M.....	47
Tabla 3-14:	Características de llave mixta BAHCO 1952M.....	48
Tabla 3-15:	Características Técnicas de llave ajustable inglesa.	49
Tabla 4-1:	Hoja de Inspección para Prueba de Grupo de Válvulas Oleo Hidráulicas.	55
Tabla 4-2:	Tabla de mediciones de presión del grupo de válvulas oleo hidráulicas.....	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Grupo de Válvulas	6
Ilustración 2-2:	Válvula de control de presión.	8
Ilustración 2-3:	Válvulas de alivio.	8
Ilustración 2-4:	Válvula de alivio simple.	9
Ilustración 2-5:	Válvula de alivio simple, regulación de la presión de alivio	9
Ilustración 2-6:	Válvula de Alivio Pilotada.....	10
Ilustración 2-7:	Válvula de reducción de presión.....	10
Ilustración 2-8:	Representación de símbolo ISO de la Válvula de Diferencia de Presión. ...	11
Ilustración 2-9:	Válvulas check.....	11
Ilustración 2-10:	Válvulas selectoras.	12
Ilustración 2-11:	Carrete de las válvulas.....	12
Ilustración 2-12:	Diagrama de válvulas rotatorias.....	13
Ilustración 2-13:	Diagrama hidráulico de válvulas y cilindros estabilizadores.....	14
Ilustración 2-14:	Principio de Pascal.....	20
Ilustración 2-15:	Grafica de identificación de variables de Ecuación de Bernoulli	21
Ilustración 3-1:	Diagrama de etapas del proyecto.	24
Ilustración 3-2:	Conectores y Adaptadores rápidos para grupo de válvulas oleo hidráulicas.	31
Ilustración 3-3:	Manguera MXT	32
Ilustración 3-4:	Acople rápido de aguja 1 / 2 " completo.....	33
Ilustración 3-5:	Adaptador JIC-JIC Macho-Macho 3/8".....	33
Ilustración 3-6:	Adaptador hidráulico 3/8" macho JIC X 3/8" hembra JIC giratorio.....	34
Ilustración 3-7:	Adaptador JIC macho a JIC hembra 45°.....	34
Ilustración 3-8:	Adaptador de manguera hidráulica de 3/8 " por 3 / 8"	35
Ilustración 3-9:	Adaptador Recto Parker de Acero Macho NPT de 3 / 8"	35
Ilustración 3-10:	Hembra R2 JIC Recta 2 * 2.1 / 2" y Macho R12 Recto 5 / 8" por 3 / 4"	36
Ilustración 3-11:	Unión Hembra NPT 3/8".	36
Ilustración 3-12:	PIC GAUGES Manómetro industrial	37
Ilustración 3-13:	Loctite 271	37
Ilustración 3-14:	Esquema de Sistema de Fluido de Grupo de Válvulas Oleo Hidráulicas. ...	38
Ilustración 3-15:	Protección para los ojos y la cara.....	44
Ilustración 3-16:	Protección para la cabeza.....	44
Ilustración 3-17:	Protección de los pies.	45
Ilustración 3-18:	Protección de las manos.....	45

Ilustración 3-19: Protección respiratoria	46
Ilustración 3-20: Llave fija de dos bocas BAHCO 6M.	47
Ilustración 3-21: Llave mixta BAHCO 1952M.....	48
Ilustración 3-22: Llave ajustable inglesa.....	49
Ilustración 3-23: Ensamble de acoples JIC 3/8" en Tee, NPT.	50
Ilustración 3-24: Ensamble de acoples JIC, NPT 3/8".	51
Ilustración 3-25: Ensamble de manguera 4 MXT de 1/4" y manómetro de presión de 5000 PSI.	51
Ilustración 3-26: Grupo de válvulas terminado con sus respectivas conexiones.....	52
Ilustración 4-1: Manómetro marcando 0 PSI	53
Ilustración 4-2: Manómetro marcando 2710 PSI aproximadamente.....	54
Ilustración 4-3: Manómetro marcando 2630 PSI.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: IMPLEMENTACIÓN Y MUESTRA DE MANÓMETROS.

ANEXO B: PRUEBAS CON EL GRUPO DE VÁLVULAS OLEO HIDRÁULICAS IMPLEMENTADAS.

ANEXO C: PRUEBAS CON EL SISTEMA DE MEDICIÓN IMPLEMENTADO EN EL BANCO DE PRUEBAS DE GRUPO DE VÁLVULAS OLEO HIDRÁULICAS.

RESUMEN

La Carrera de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH no cuenta con un banco didáctico de grupo de válvulas para maquinaria pesada, lo cual evita que se pueda realizar un análisis práctico. El propósito del presente proyecto es el de implementar un recurso en donde se pueda aplicar el aprendizaje teórico en pruebas de sistemas hidráulicos aplicados a maquinaria pesada. Para realizar el proyecto se utilizó la metodología de tipo inductiva y exploratoria. Para la selección de válvulas se ponderó entre Hawe Hydraulik, Livenza, Bezares Bz y Fabrazi, considerando aspectos como la presión máxima, caudal, calidad, garantía, accionamiento entre otros. Además de considerar herramientas básicas en talleres automotrices como llaves fijas, mixta e inglesa. Para la implementación en especial se enfocó en la protección para los ojos y cara, cabeza, manos y protección de pies, cada uno con su respectiva norma técnica. Se utilizó también, acoples y manómetros de mediciones, con la finalidad de diseñar el grupo de válvulas con sus conexiones correspondientes. Entre los resultados necesarios se inició por comprobar la estanqueidad y se mantenga en 0 PSI para proceder a medir la presión, se realizó el accionamiento mecánico dando la presión real visualizada a través de un manómetro. Por medio de la palanca selectora se acciona mecánicamente el grupo de válvulas, donde la presión se visualiza por el manómetro. Como resultado se añade una práctica de laboratorio que puede ser usada por los estudiantes de la Carrera. Se puede concluir que la implementación de un grupo de válvulas oleo hidráulicas y sistemas de medición en un banco de pruebas fue exitosa en base a los resultados, con este trabajo se puede asegurar la calidad y confiabilidad de los equipos seleccionados, y su compatibilidad con los estándares y requerimientos del sector automotriz.

Palabras clave: <VÁLVULAS OLEO HIDRÁULICAS> <GRUPO DE VÁLVULAS>
<SISTEMAS DE MEDICIÓN> <BANCO DE PRUEBAS> <MAQUINARIA PESADA>

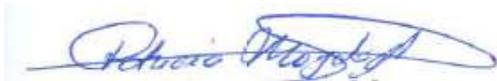
1014-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

The Automotive Engineering Department at ESPOCH lacks a didactic bench for a group of valves for heavy machinery, hindering practical analysis. This project aims to implement a resource where theoretical learning can be applied in hydraulic system tests for heavy machinery. The inductive and exploratory methodology was employed for project execution. Hawe Hydraulik, Livenza, Bezares Bz, and Fabrazi were evaluated for valve selection, considering aspects like maximum pressure, flow rate, quality, warranty, and actuation. Basic automotive workshop tools, including fixed, combination, and open-end wrenches, were also considered. Implementation focused on eye and face, head, hand, and foot protection, each adhering to respective technical standards. Couplings and measurement gauges were utilized to design the valve group with its corresponding connections. Among the necessary results, we initially verified sealability and maintained 0 PSI before proceeding to measure pressure. Mechanical actuation was performed, displaying the actual pressure through a gauge. The valve group is mechanically actuated using the selector lever, and the pressure is displayed on the gauge. The project successfully introduces a laboratory practice for Engineering students. The implementation of an oleo-hydraulic valve group and measurement systems in a test bench ensures the quality and reliability of the selected equipment and its compatibility with automotive industry standards and requirements.

Keywords: <OLEO-HYDRAULIC VALVES> <VALVE GROUP> <MEASUREMENT SYSTEMS> <TEST BENCH> <HEAVY MACHINERY>



Lic. Patricia Moyota A. Mgs

ID number: 0603611013

EFL Teacher

INTRODUCCIÓN

El adelanto de la hidráulica históricamente se relaciona directamente con la ciencia, por el uso y la importancia vital y naturalmente elemental como es el agua. Desde épocas de antaño la transmisión hidráulica fue de gran utilidad donde por varios siglos la fuerza de agua en movimiento ayudada por ruedas con aspas daba movimiento a molinos para fluir agua, también en estas épocas se utilizaron válvulas de madera para controlar el fluido de agua por tubos de bambú. Sirviendo de evidencia importante donde los griegos en el río Nilo se dedicaban a la mampostería. Su único fin era controlar el agua de riego por compuertas, conductos, tuberías de ladrillos cerámicos y canales. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

Actualmente la evolución de la transmisión hidráulica es impresionante, por lo que se encuentra presente en todas las ramas de la industria, principalmente en la mecánica y electromecánica. La tecnología moderna ha innovado como bucles cerrados electrohidráulicos, microprocesadores y materiales mejorados para la construcción de componentes elevando el rendimiento de los sistemas de fluidos de manera continua. Las fuerzas militares han tenido grandes necesidades y falencias, esto les ha impulsado a desarrollar aplicaciones de fluidos a un ritmo eficaz. La aviación y la industria aeroespacial ha sido de gran ayuda para que avance grandemente la tecnología de transmisión hidráulica. El desarrollo de maquinarias y sus sistemas permiten la automatización de la industria de manufactura y producción. En las diferentes ramas para el crecimiento continuo se emplean los sistemas hidráulicos y neumáticos. Por eso, los conocimientos de los principios básicos del diseño y de la explotación de los sistemas de este tipo constituyen la condición necesaria para asegurar el trabajo efectivo de la maquinaria contemporánea. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

El término Oleohidráulica puede que no sea el más preciso o adecuado en América Latina para este tipo de tecnología, comúnmente los programas de estudio le designan así a esta asignatura. Los autores consideran nombrarla accionamiento hidráulico, este nombre se lo mantenía para la identificación de programas de estudio vigentes. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

Años antes de 1930, la mayoría de las válvulas utilizadas en las plantas industriales de varios procesos eran manuales, esto consistía en que los trabajadores abrían y cerraban las válvulas utilizando sus manos dependiendo del proceso. Generalmente resultaban en tiempos de respuesta lentos porque los empleados debían correr lo más rápido usando otros métodos de movilización desde la válvula al área de control. Por el contrario, el operador estima un aproximado de la posición en la que va a estar la válvula, generando poca precisión en las situaciones de control.

Debido a lo planteado, aparecieron las primeras válvulas controladas automáticamente, que envía señales neumáticas hacia las válvulas y ajustando su posición sin intervención humana.(Varas, 2023)

Hoy en la actualidad, la industria mundial de válvulas incluye fabricantes que operan a nivel mundial. Las empresas producen diseños a gran escala de válvulas manuales, válvulas de retención y válvulas de control y seguridad. Los diseños de válvulas modernas van desde válvulas de compuerta simples, que funcionan de manera similar a la que utilizaron los antiguos egipcios, hasta válvulas de control complejas con microprocesadores integrados. (Varas, 2023)

Por otro lado, en nuestro país la empresa que lidera el mercado tanto petrolero como el de válvulas oleo hidráulicas, lleva el nombre de Mission Petroleum S.A., la misma que esta erradicada en la Provincia de Pichincha en la ciudad de Quito, también posee de una base campamental en Jivino Verde, que se encuentra ubicada en la Provincia de Sucumbíos, esta es la encargada de planificar y coordinar cualquier tipo de trabajos.(Guamanquispe Toasa y Vargas Álava, 2013)

Esta garantiza que el funcionamiento óptimo de las válvulas ya sean de fabrica o reparadas por la empresa, la misma también posee bancos de pruebas, enfocados en ensayos de presión donde se realizan ensayos en los elementos nuevos y reparados. También esta empresa certifica por medio de normativa INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) regidas a la norma internacional API (American Petroleum Institute), cada válvula reparada en los propios talleres de esta, por lo que es reconocida como una empresa líder en prestaciones de servicios petroleros y oleo hidráulicos. (Guamanquispe Toasa y Vargas Álava, 2019)

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El grupo de válvulas oleo hidráulicas de maquinaria pesada consiste en una serie de válvulas interconectadas que se utilizan en los sistemas hidráulicos para controlar el flujo, presión, y dirección del aceite hidráulico.

Debido a que la Carrera de Ingeniería Automotriz no cuenta con un banco didáctico de grupo de válvulas para maquinaria pesada, no se puede realizar un análisis práctico como pruebas de mediciones de presión, caudal, etc., el propósito es que mediante este recurso práctico se pueda aplicar el aprendizaje teórico recibido en las aulas, adquiriendo mayor conocimiento en el laboratorio de maquinaria pesada e incluso permita realizar análisis pruebas de sistemas hidráulicos aplicados a maquinaria pesada.

1.2 Justificación

Los bancos de grupo de válvulas comprueban y garantizan la seguridad, acompañado del buen funcionamiento de cualquier tipo de válvulas. La prueba de las válvulas se hace con una determinada presión interna presurizando la muestra de prueba, los medios que se utilizan para esta prueba pueden ser líquidos o gaseosos.

Mediante la implementación del banco didáctico de grupo de válvulas al Taller de Maquinaria Pesada de la Carrera de Ingeniería Automotriz se aporta con fines educativos para mejorar destrezas de los estudiantes referentes a planos hidráulicos, circuitos hidráulicos, diagnósticos hidráulicos, trenes de potencia hidráulicos, siempre de la mano de una guía de laboratorio que resguarde la integridad de los estudiantes y el equipo.

La implementación de este recurso será de utilidad en el Taller de Maquinaria Pesada, ya que se ampliará el conocimiento teórico práctico adquirido en las aulas.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

- Implementar un grupo de válvulas oleo hidráulicas y sistemas de medición en un banco de pruebas, mediante una selección y análisis en el mercado nacional, para asegurar el correcto funcionamiento del banco en la Carrera de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Obtener referencias bibliográficas relacionadas a grupos de válvulas oleo hidráulicas aplicadas a equipos medianos en revistas regionales y de alto impacto.
- Comparar los diferentes tipos de grupos de válvulas oleo hidráulicas disponibles en el mercado nacional con características específicas para el uso en equipo mediano.
- Implementar el grupo de válvulas en el banco según las necesidades oleo hidráulicas aplicando normas de seguridad y condiciones tecnológicas del fabricante.
- Realizar una hoja de inspección del grupo de válvulas oleo hidráulicas implementado para validar los parámetros, y principio de funcionamiento.
- Realizar una guía de práctica del grupo de válvulas oleo hidráulicas implementado.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

La evolución de grupo de válvulas de maquinaria pesada tiene un rol muy importante, que tiene como objetivo principal dar cumplimiento con las normas internacionales, estas están estrechamente relacionadas con el desarrollo de los procesos productivos industriales. El grupo de válvulas de maquinaria pesada, son utilizadas en sistemas para extraer, interrumpir y conducir el flujo hidráulico, estas se clasifican por paletas o carretes y pueden ser activadas mediante medios neumáticos hidráulicos, eléctricos, mecánicos o manuales, de acuerdo con las normas internacionales ISO (Organización Internacional de Normalización), las normas alemanas DIN (Instituto Alemán de Normalización), AWWA (American Water Works Association), API (American Petroleum Institute) y otras normas internacionales, cabe mencionar que los productos de algunos fabricantes han alcanzado el nivel avanzado internacional. (KetValve, 2023)

En la actualidad, las empresas de producción de grupo de válvulas oleo hidráulicas para maquinaria pesada manufacturan diferentes grupos de válvulas, por lo que en la carrera de Ingeniería Automotriz se requiere implementar un grupo de válvulas para analizar su funcionamiento, mediante una guía de práctica que pueda ayudar a los futuros ingenieros de la Carrera de Ingeniería Automotriz y de esta manera comprender eficientemente el principio de trabajo y las fallas más comunes que estás pudieran presentar.

2.2 Referencias teóricas

2.2.1 *Grupo de válvulas oleo hidráulicas*

La válvula tiene como principal función la de ajustar la dirección del flujo de aceite oleo hidráulico. Ayudan a iniciar, detener o redirigir el fluido oleo hidráulico según la potencia requerida para manejar la carga. Las válvulas se clasifican según su función y pueden ser válvulas direccionales, destinadas al control de flujo o de presión. Los sistemas oleo hidráulicos complejos utilizan una serie de válvulas para proporcionar un control de presión óptimo. La capacidad de una válvula para controlar el flujo oleo hidráulico es importante para regular la cantidad de presión en una línea oleo hidráulica. El funcionamiento inadecuado de la válvula puede provocar fugas o explotar las tuberías. Por lo tanto, se debe ajustar periódicamente la válvula cada vez que se cambie el aceite del equipo. Esto ayudará a que la válvula prolongue la vida útil del dispositivo. (CAT, 2022)

2.2.2 Componentes del grupo de válvulas oleo hidráulicas

El grupo de válvulas de control principal está montado transversalmente entre los carretes del bastidor, detrás de la base del brazo. El fluido de la bomba hidráulica ingresa a la válvula de retención desde la parte trasera, pasando por la válvula de retención. (Martínez Salazar, 2020)

Las válvulas de centro abierto no son más que los carretes de control, estos carretes están de forma neutral, el fluido desde la bomba que empieza en la válvula de control principal hacia las válvulas negativas de control es decir en cada extremo de la válvula de control. El fluido de retorno desde la bomba hacia las válvulas de control del centro abierto es restringido por el orificio de control de flujo negativo. Cuando se crea una presión de flujo negativo esta va por los grupos de regulación de la bomba, siempre y cuando los carretes de control estén de forma neutra o cuando uno o varios de los carretes estén en movimiento parcial. (Martínez Salazar, 2020)

La activación de los carretes de control ocurre, cuando el conducto de centro abierto corriente arriba de la válvula de control de flujo negativo está completamente cerrado o de forma parcial, disminuyendo el flujo de presión negativa. Si la presión de flujo negativa está en su estado máximo, empieza a reducirse el caudal de la bomba hidráulica completamente a medida que reduce la señal de presión de flujo negativa, el caudal de la bomba y el fluido aumenta de manera proporcional a la cantidad que se reduce la presión de flujo negativa. (Martínez Salazar, 2020)

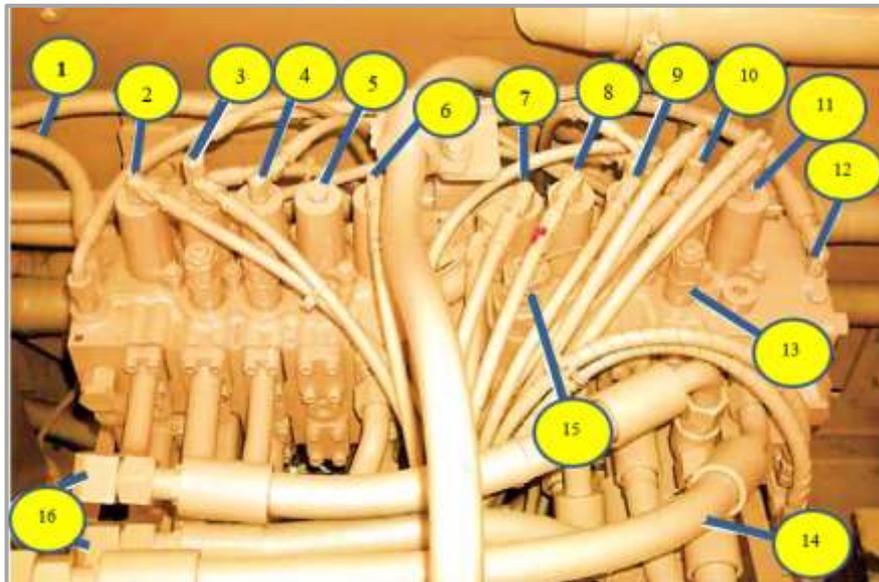


Ilustración 2-1: Grupo de Válvulas

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

Los componentes principales del grupo de válvulas principales, como se muestra en la ilustración 2-1 son:

1. Tubería de señal de presión de flujo negativa a la bomba derecha.
2. Válvula del brazo 2.
3. Válvula de la pluma 1.
4. Válvula del cucharón.
5. Válvula de accesorio estándar.
6. Válvula de desplazamiento a la derecha.
7. Válvula de desplazamiento en línea recta y solenoide.
de desplazamiento en línea recta.
8. Válvula de desplazamiento a la izquierda.
9. Válvula de rotación.
10. Válvula del brazo 1.
11. Válvula de la pluma 2.
12. Tubería de señal de presión de flujo negativa a la bomba izquierda.
13. Válvulas de alivio de tubería.
14. Tubería de transferencia de pluma 1 y pluma 2.
15. Válvula de alivio principal.
16. Tuberías de transferencia de brazo 1 y brazo 2.

2.2.3 Tipo de Válvulas

Las válvulas existentes son de mecanismos individuales, agrupados en un gran número, colocadas en el interior de bancos de válvulas, colocados al interior de un bloque único, son las siguientes:

1. Válvulas de control de presión:

Las válvulas de control de presión tienen la función principal de regular la presión en un circuito o sistema. A pesar de tener varios diseños y modelos, esta función no cambia, algunas de las válvulas de control de presión son válvulas reductoras de presión, válvulas secuenciales, válvulas reductoras, diferenciales y válvulas de alivio de presión. (Martínez Salazar, 2020)

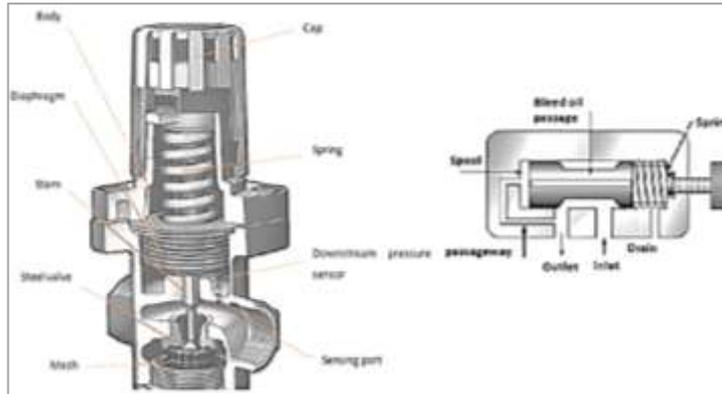


Ilustración 2-2: Válvula de control de presión.
Fuente: Angust F., 2022.

2. Válvulas de alivio:

Los sistemas hidráulicos están diseñados para funcionar en un amplio rango de presión, donde excede el rango y causaría daño de los componentes del sistema o causar lesiones. La válvula de alivio mantiene la presión dentro del rango establecido abriéndose y permitiendo que el aceite en exceso pase de manera fluida hacia el otro circuito o regrese hacia el tanque. (Martínez Salazar, 2020)

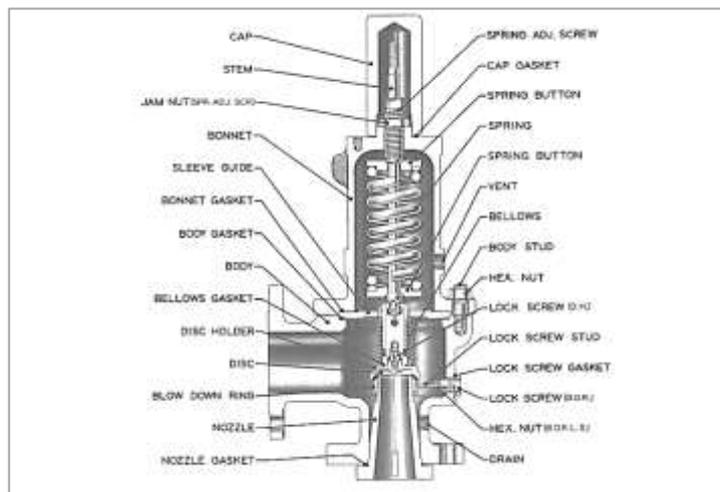


Ilustración 2-3: Válvulas de alivio.
Fuente: Coker, 2015.

3. Válvula de alivio simple, presión de apertura:

La única válvula de alivio simple también conocida como válvula de acción directa, por la fuerza del resorte permanece cerrada, y la tensión del resorte se ajusta mediante la presión de reinicio. Sin embargo, la presión a la que la válvula comienza a abrirse la presión de regulación de alivio no es la misma. (Martínez Salazar, 2020)

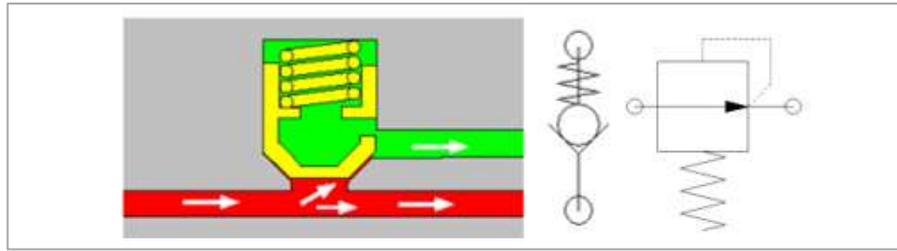


Ilustración 2-4: Válvula de alivio simple.

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

Cuando existen condiciones que impiden el flujo normal de aceite, el flujo excesivo de aceite hará que aumente la presión del aceite, este aumento de presión es detectado por la válvula de seguridad cuando la fuerza del aumento de la presión del aceite excede la fuerza del resorte de la válvula reductora de presión, esta se moverá contra el resorte y comenzará a abrirse. La presión de apertura es la que se necesita para abrir la válvula, lo suficiente como para permitir que el exceso de aceite fluya a través de ella. (Martínez Salazar, 2020)

4. Válvula de alivio simple, regulación de la presión de alivio:

Al aumentar el volumen de aceite sobre el exceso, aumenta la resistencia al flujo de aceite, resultando, en el aumento de la presión en el circuito. Al aumentar la presión del circuito excede la nueva tensión del resorte y hace que la válvula de escape se abra más. Este proceso se repite hasta que la cantidad máxima de exceso de aceite fluya a través de la válvula de alivio, donde se convierte en el ajuste de presión de liberación. Dicha válvula es normalmente utilizada cuando el volumen de aceite es excesivamente bajo o si es necesaria una respuesta rápida, lo cual es primordial para aliviar presiones picos o actuar como una válvula de seguridad.(Martínez Salazar, 2020)

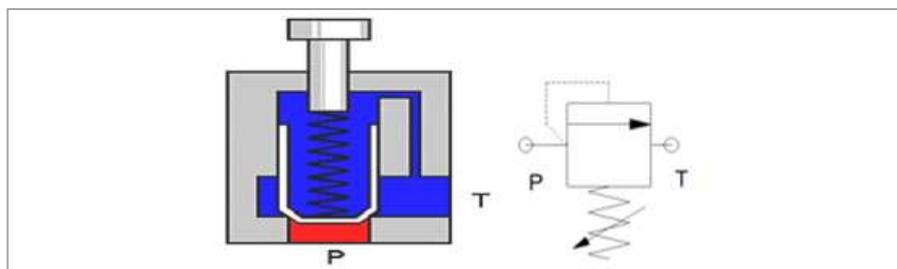


Ilustración 2-5: Válvula de alivio simple, regulación de la presión de alivio.

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

5. Válvula de Alivio Pilotada:

Se tiene una válvula adicional como lo es la válvula de alivio pilotada, tiene menor tamaño y regula la presión, esta permite que se abra y se cierre cuando hay fluctuaciones cortas en el

sistema. En requerimientos de actuación principal es la primera que se abre y se nota la diferencia de presión en el carrete más grande, ahí es donde fluye el aceite ligeramente, gracias a la apertura de la válvula mayor y el resorte ligero, también ayuda a un control más preciso y eliminación del ruido. (Martínez Salazar, 2020)

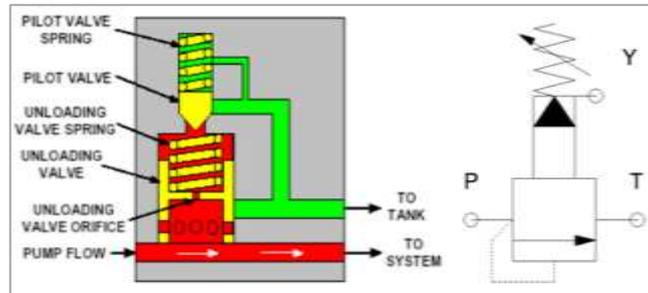


Ilustración 2-6: Válvula de Alivio Pilotada.
Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

6. Válvula de Reducción de Presión:

Las válvulas de reducción de presión son de utilidad cuando la demanda de presión de suministro es baja en un circuito. Normalmente está conformada de un carrete, un resorte y un pistón. La máxima presión que esta debajo de la válvula es determinada por la fuerza del resorte, se encuentra normalmente abierta la válvula y mientras pasa por el carrete el fluido aumenta corriente abajo la presión. Cuando en la cavidad del pistón la presión aumenta, este procedimiento sucede en forma opuesta al pistón y el carrete, donde la válvula encuentra equilibrio y se cierra. (Martínez Salazar, 2020)

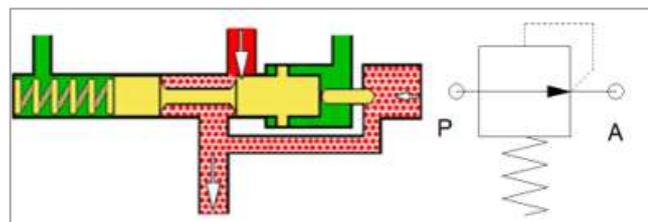


Ilustración 2-7: Válvula de reducción de presión.
Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

7. Válvulas de Diferencia de Presión:

Establece a dos circuitos una secuencia suministrada de aceite o una diferencia de presión constante en los mismos. Esta válvula consta de un carrete y un resorte, al inicio el carrete no permite el paso del fluido del circuito primario al secundario. La presión aumenta cuando los requisitos de flujo satisfacen al circuito primario, el carrete se traslada en dirección al resorte y el fluido pasa al circuito secundario y la cámara del resorte, mientras la presión secundaria aumenta

la válvula tiene un retroceso, constantemente se ajusta a su posición de forma que se iguala a la presión del circuito primario con menos fuerza en el resorte. (Martínez Salazar, 2020)

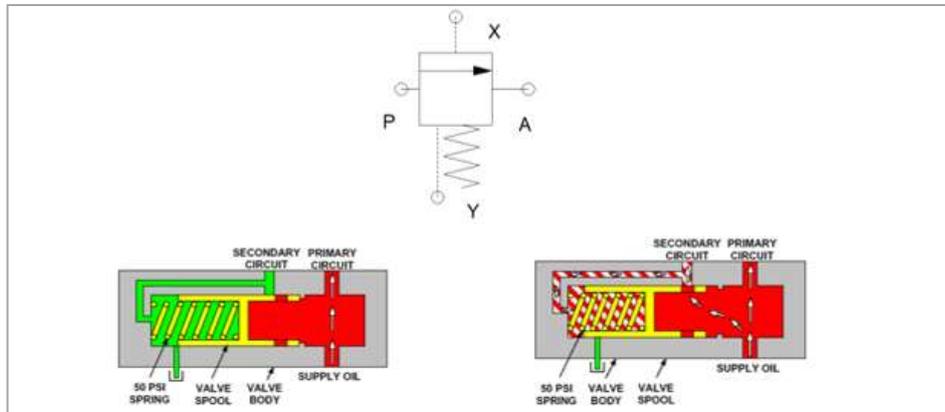


Ilustración 2-8: Representación de símbolo ISO de la Válvula de Diferencia de Presión.

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

8. Válvulas check:

El tipo de válvula más básica que se puede obtener consiste en la composición de un pistón o una bola y un resorte. La válvula de retención se utiliza y se fusiona con otras válvulas comúnmente. La fuerza del resorte es vencida por la presión que se genera desde el interior de la válvula, empujando el pistón del asiento y el fluido pasando por la válvula, este fluido cuando va en sentido contrario permite que la presión del resorte trabaje, pero no permite el paso del fluido por la válvula. Estas válvulas son independientes y son parte de un grupo común con otro tipo de válvulas. (Martínez Salazar, 2020)

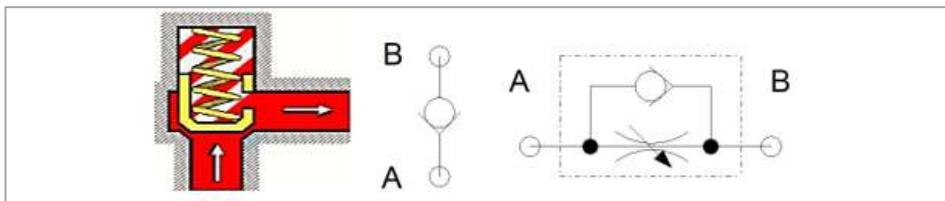


Ilustración 2-9: Válvulas check.

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

9. Válvulas Selectoras:

Las válvulas selectoras se componen de tres o más posiciones, las cuales tienen diferente dirección de sentido de flujo hacia el actuador. La mayoría de estas válvulas, tienen un carrete que se moviliza de atrás hacia adelante en el orificio que tiene la válvula, este tiene diámetros amplios conocidos como resaltos, donde obstruyen o permiten el paso a las entradas y salidas, pocos de estos tienen alrededor de los resaltos gruesos ranuras de lubricación en los extremos de los

carretes, su propósito es atrapar aceite, donde el carrete flota en una capa delgada de aceite de forma centrada y con fácil movilidad. (Martínez Salazar, 2020)

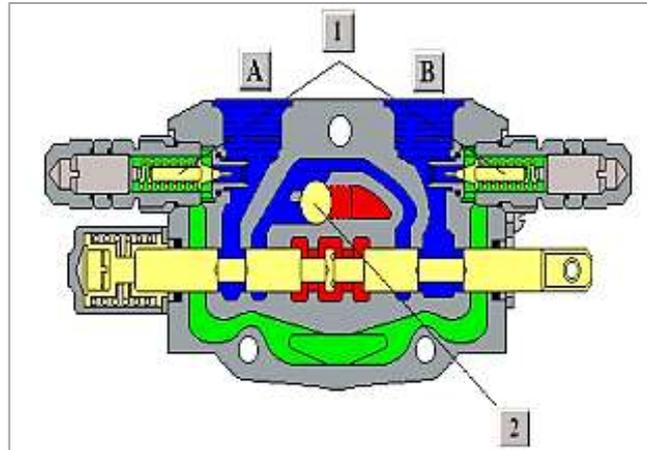


Ilustración 2-10: Válvulas selectoras.
Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

Donde:

A y B: Conexiones de trabajo

1: Solenoides (Pilotaje)

2: Entrada de presión

Carrete de la válvula:

El carrete de la válvula consiste en canales y resaltos, estos no permiten que el aceite fluya por el cuerpo de la válvula. Los canales del carrete dan paso a que fluya el aceite alrededor del mismo y el cuerpo de la válvula, la posición de este cuando no está en movimiento se lo conoce como neutral. (Martínez Salazar, 2020)

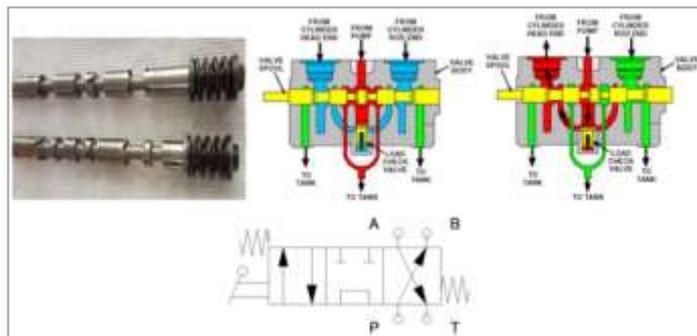


Ilustración 2-11: Carrete de las válvulas.
Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

10. Válvulas rotatorias:

Estas válvulas se componen de cuatro vías, pero son utilizadas con dos o tres vías, su aplicación es a presiones bajas. Las válvulas rotatorias se conforman de un vástago redondo con canales, los cuales se enlazan con puertos del cuerpo de la válvula, estas rotan en vez de cambiar de posición de izquierda a derecha. En la ilustración 2-12 al lado izquierdo se observa la conexión de la válvula con la bomba en el extremo del vástago del cilindro y el extremo de la cabeza va conectado al tanque, esto ocurre cuando la válvula gira 90 grados. (Martínez Salazar, 2020)

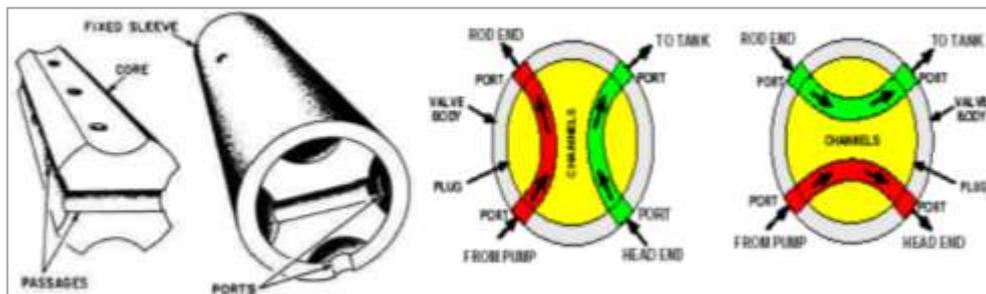


Ilustración 2-12: Diagrama de válvulas rotatorias.

Fuente: Martínez Salazar G., 2020.

2.2.4 Principio de funcionamiento

Las válvulas de control de pluma 2 y brazo 2 se utilizan para suministrar los dos fluidos bombeados durante las operaciones de subida de pluma y extensión/retorno de pluma. Cuando se activa la guía de la pluma para elevar la pluma, la presión de control mueve la guía de la pluma 1. La guía 1 del brazo suministra fluido desde la bomba derecha al cilindro del brazo. (Martínez Salazar, 2020)

A medida que aumenta la presión específica, la guía de pluma 2 se mueve y el fluido de la bomba se dirige a través de la tubería para un rápido movimiento ascendente. Cuando la guía de pluma 1 se mueve con el brazo de extracción/retorno, el fluido de la bomba fluye directamente al cilindro del brazo. Cuando la presión de control aumenta a un nivel predeterminado, el tubo del brazo 2 se moverá para dirigir el flujo de la bomba a través de una de las líneas de transferencia (16) y conectarlo al flujo de la bomba para su operación. Una tubería de transferencia se usa en la función de extender el brazo y la otra tubería en la de retraer el brazo. (Martínez Salazar, 2020)

2.2.5 Diagrama Hidraulico

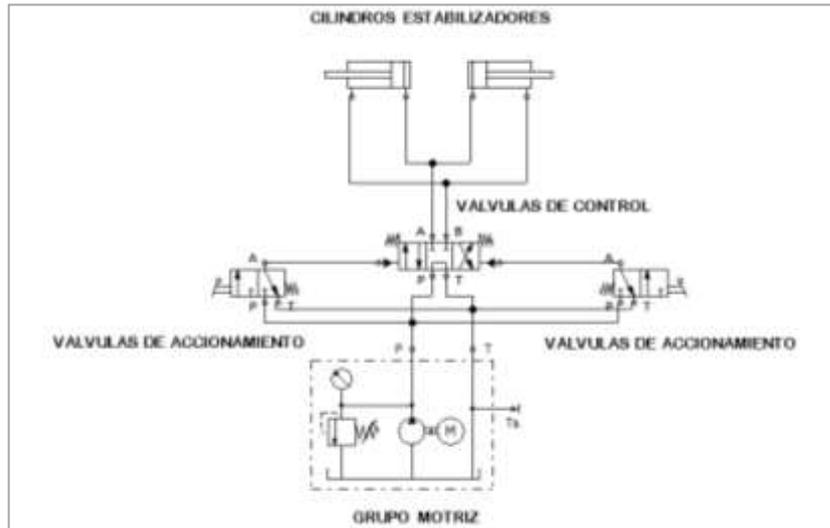


Ilustración 2-13: Diagrama hidráulico de válvulas y cilindros estabilizadores.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

Los sistemas hidráulicos se pueden dividir en circuitos de la bomba, circuitos de control como válvulas y circuitos de accionamiento para cada cilindro o motor hidráulico. La ilustración 2-13 indica un diagrama hidráulico parcial que muestra únicamente el grupo motriz y sus circuitos de control. (Park et al., 2020)

2.2.6 Válvulas de control direccional

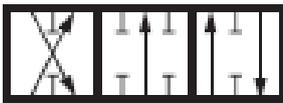
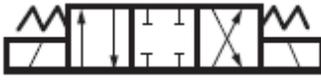
Las válvulas de control direccional controlan el arranque/parada, las direcciones y la aceleración/desaceleración de cilindros y motores hidráulicos. Se pueden utilizar en diversas aplicaciones y hay disponible una amplia gama de productos. Se pueden clasificar en tres tipos: carrete, asiento y bola. El tipo de carrete puede ser de tipo deslizante o giratorio. El primero es el más popular para equilibrio de presión y alta capacidad. El tipo de asiento ofrece una excelente capacidad de estanqueidad (fuga cero) por su contacto con el asiento del asiento. El tipo bola es una alternativa al disco; se utiliza una bola en lugar de un muñeco. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

2.2.6.1 Clasificación de válvulas de control direccional

Clasificación por recuento de puertos/posiciones El recuento de puertos indica el número de líneas conectables y el recuento de posiciones indica el número de cambios en las válvulas de control direccional. La Tabla 2-1 enumera las clasificaciones. Las válvulas con cuatro puertos y tres posiciones son muy populares. Los cuatro puertos incluyen: puerto de bomba (P), puerto de

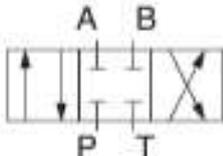
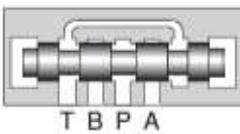
tanque (T) y puertos de cilindro (A y B). Los símbolos suelen ir acompañados de símbolos gráficos de las válvulas de control direccional. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

Tabla 2-1: Clasificación de número de puerto/posición.

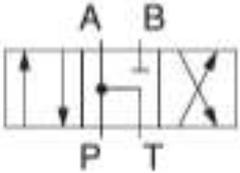
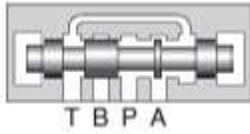
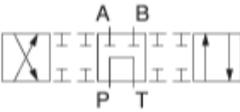
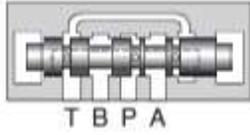
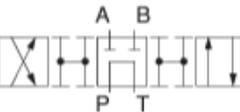
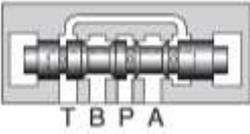
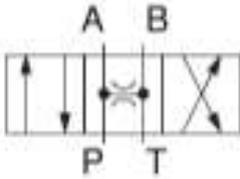
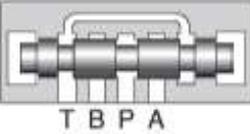
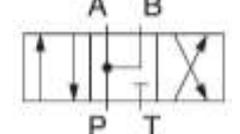
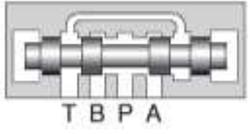
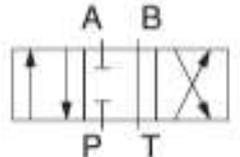
Clasificación		Símbolo gráfico	Observaciones
No. de vías (Conexiones)	Dos vías		Esta válvula tiene dos puertos para abrir/cerrar una línea oleo hidráulica
	Tres vías		Esta válvula tiene tres puertos para cambiar del puerto de la bomba a dos vías únicamente
	Cuatro vías		Esta válvula tiene cuatro puertos para una amplia variedad de propósitos, incluido mover el actuador hacia adelante y hacia atrás o detenerlo.
	Múltiples vías		Esta válvula tiene cinco o más puertos para propósitos especiales.
No. de Posiciones	Dos posiciones		Esta válvula tiene dos posiciones.
	Tres posiciones		Esta válvula tiene tres posiciones.
	Múltiples posiciones		Esta válvula tiene cuatro o más posiciones para aplicaciones especiales, propósitos.

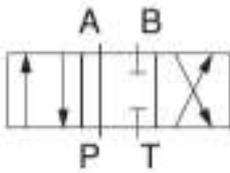
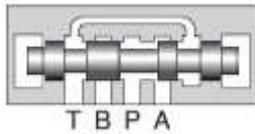
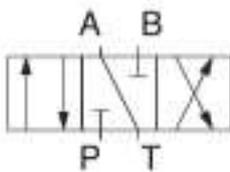
Fuente: Pérez Pupo R., Navarro Ojeda M., 2020.

Tabla 2-2: Tipos de Carretes.

Tipo de carrete	Símbolo gráfico	Válvula y carrete (posición neutral)	Función y uso
"2" Centro cerrado			Mantiene la presión de la bomba y la posición del cilindro en la posición neutral. Para

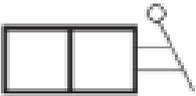
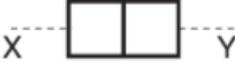
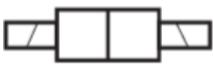
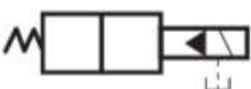
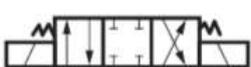
			<p>el tipo de dos posiciones, cada puerto se bloquea durante la transición del carrete, lo que provoca un choque en la línea del sistema. Este tipo requiere la debida precaución.</p>
<p>“3” Centro abierto</p>			<p>Descarga la bomba y hace flotar los actuadores en la posición neutral. Para el tipo de dos posiciones, cada puerto está conectado al tanque durante la transición del carrete; por lo tanto, se puede reducir el shock.</p>
<p>“4” ABT Conectado</p>			<p>Mantiene la presión de la bomba y hace flotar el actuador en la posición neutral. El tipo de dos posiciones se utiliza para mantener la presión del sistema durante la transición del carrete. El impacto se reduce en comparación con el tipo “2”.</p>
<p>“40” ABT Conectado, con acelerador</p>			<p>Una variación del tipo “4”, que tiene aceleradores entre A a T y B a T. Puede detener rápidamente el actuador.</p>

<p>“5” PAT Conectado</p>			<p>Se utiliza para descargar la bomba en la posición neutral y detener el actuador alimentando el flujo en una dirección.</p>
<p>“6” TE Conectado (Cerrado durante transición)</p>			<p>Descarga la bomba y mantiene el actuador en posición neutral. Permite conectar válvulas en serie.</p>
<p>“60” TE Conectado (Abierto durante transición)</p>			<p>Una variación del tipo “6”. Cada puerto está conectado al tanque durante la transición del carrete; por lo tanto, se puede reducir el shock.</p>
<p>“7” Centro abierto, con acelerador.</p>			<p>Se utiliza principalmente para el tipo de dos posiciones; El impacto se puede reducir durante la transición del carrete.</p>
<p>“8” Bidireccional</p>			<p>Mantiene la presión de la bomba y la posición del cilindro en posición neutral, similar al tipo “2”. Se utiliza como válvula de control direccional de dos vías.</p>
<p>“9” PAB Conectado</p>			<p>Forma un circuito diferencial en la posición neutral.</p>
<p>“10” BT Conectado</p>			<p>Evita un deslizamiento menor unidireccional del actuador debido a una fuga en el puerto P en la posición neutral.</p>

<p>“11” PA Conectado</p>			<p>Bloquea un extremo y alimenta el flujo desde el otro extremo para detener completamente el actuador en la posición neutral.</p>
<p>“12” AT Conectado</p>			<p>Capaz de evitar que el actuador se deslice ligeramente en un sentido debido a una fuga en el puerto P en la posición neutral.</p>

Fuente: Pérez Pupo R., Navarro Ojeda M., 2020.

Tabla 2-3: Clasificación por método de operación y disposición de los resortes.

Clasificación	Símbolo gráfico	Observaciones
<p>Modo de operación</p>	<p>Manual</p> 	<p>Se acciona manualmente mediante una palanca.</p>
	<p>Mecánico</p> 	<p>Operado por componentes mecánicos, incluido el seguidor de leva.</p>
	<p>Operado por el piloto (hidráulica)</p> 	<p>Operado por piloto.</p>
	<p>Operado por solenoide</p> 	<p>Operado por una fuerza electromagnética.</p>
	<p>Electrohidráulica</p> 	<p>El carrete principal es operado por un piloto controlado por fuerza electromagnética.</p>
<p>Disposición por resorte</p>	<p>Compensación de resorte</p> 	<p>La fuerza de control se enciende y apaga. Sin fuerza, el pistón vuelve a la posición desplazada por la fuerza del resorte.</p>
	<p>Centrado en resorte</p> 	<p>Sin la fuerza de control, el carrete vuelve a la posición neutral por la fuerza del resorte.</p>

	Sin resorte		El carrete se mantiene en la posición controlada. Los tipos de retén que evitan que el carrete se deslice también se incluyen en esta categoría.
--	--------------------	--	--

Fuente: Pérez Pupo R., Navarro Ojeda M., 2020.

2.3 Fundamento matemático

A continuación, se detalla cada una de las fórmulas relacionadas a:

Densidad:

A la densidad (ρ) se la conoce como la relación que existe entre la masa por unidad de volumen, para un líquido homogéneo. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

$$\rho = m/V \quad (Ec. 1)$$

Donde:

ρ =Densidad

m= Masa

V=Volumen

Presión:

Se conoce como presión a la fuerza total ejercida sobre una superficie es necesario conocer la presión o fuerza sobre la unidad de área, generalmente se expresa en Pascales [Pa]. (Manual de Oleohidráulica industrial, 2018)

$$P = F/S \quad (Ec. 2)$$

Donde:

P= Presión

F= Fuerza

S= Sección

Presión Absoluta:

La suma de la presión atmosférica y la manométrica, es decir, la escala de presión donde el punto cero es el vacío absoluto.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man} \quad (Ec. 3)$$

Donde:

P_{abs} = Presión absoluta

P_{atm} = Presión atmosférica

P_{man} = Presión manométrica

Viscosidad cinemática:

Se conoce como viscosidad cinemática a la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

$$v = u/\rho \quad (Ec. 4)$$

Donde:

v = Viscosidad cinemática

u = Viscosidad Absoluta o Dinámica

ρ = densidad del fluido

Principio de Pascal:

El principio de Pascal establece que la presión en cualquier punto de un fluido estacionario tiene un valor único independiente de la dirección o, en otras palabras: la presión aplicada a un fluido confinado se transmite en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre superficies iguales.

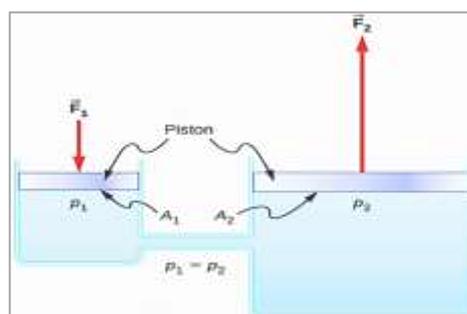


Ilustración 2-14: Principio de Pascal.

Fuente: OpenStax, 2016.

$$F_1/A_1 = F_2/A_2 \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

F_1 = Fuerza hacia abajo

F_2 = Fuerza hacia arriba

A_1 = Área o sección de F_1

A_2 = Área o sección de F_2

Caída de presión:

La caída de presión se produce debido a la fricción causada por la fricción del fluido con los componentes de la tubería y las paredes internas del sistema de tuberías. (CENTRAL STATES INDUSTRIAL, 2022)

$$\Delta P = f * L/D * (\rho * v^2)/2 \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

ΔP = es la caída de presión en la tubería (Pa, psi)

f = factor de fricción de Darcy (adimensional)

L = longitud de la tubería (m, pies)

D = diámetro interno de la tubería (m, pies)

ρ = densidad del fluido (kg/m^3 , lb/ft^3)

v = velocidad promedio del fluido (m/s, pies/s)

Ecuación de Bernoulli:

La energía se genera a partir de la presión y la velocidad del fluido en circulación constante en cada punto actual (de lo contrario tenga en cuenta la fricción interna y no funciona).

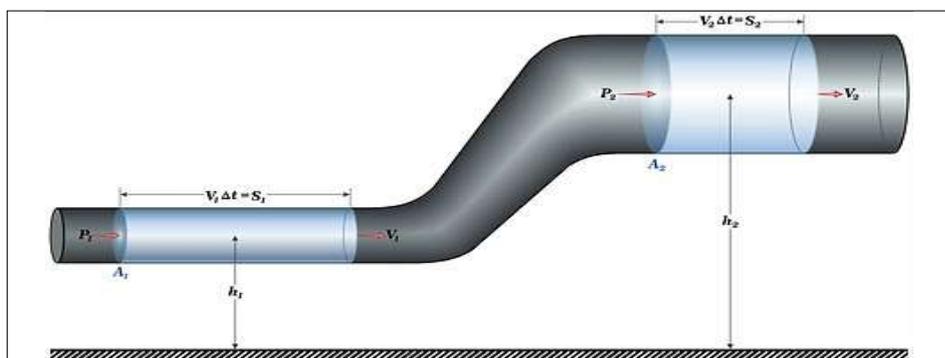


Ilustración 2-15: Grafica de identificación de variables de Ecuación de Bernoulli.
Fuente: ENGINEEREXCEL, 2024.

$$P_1/\gamma + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = P_2/\gamma + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (\text{Ec. 7})$$

P= Presión.

γ = Peso específico del líquido.

V= Velocidad del líquido.

g= Gravedad.

Z= Altura sobre el nivel de referencia.

Regímenes de flujo líquido (Número de Reynolds)

Hay dos tipos de regímenes de flujo de fluidos en los canales: laminar y turbulento; El número de Reynolds se utiliza para determinar la velocidad del movimiento de un fluido. Los principales parámetros que determinan cómo se mueve el fluido son la viscosidad y la sección transversal de trabajo del canal. (Pérez Pupo y Navarro Ojeda, 2020)

Para un flujo de fluido a través de la sección transversal de cualquier canal, el número de Reynolds se puede determinar en función de la viscosidad cinemática del fluido y el radio hidráulico del canal de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Re = VD/\nu \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

V= Velocidad del flujo.

D= Diámetro interno.

ν = viscosidad cinemática.

Caudal real:

Los caudales son datos instantáneos, pero pueden referirse a valores medios en diferentes periodos de tiempo: caudales diarios, caudales mensuales o caudales anuales.

$$Q = V/t \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

Q= Caudal (Lt/min)

V= Volumen (Lt)

t=tiempo (min)

$$Q = v * s \quad (Ec.10)$$

Donde:

Q= Caudal (m^3/s)

v= Velocidad (m/s)

s= sección (m^2)

Finalmente, el grupo de válvulas es uno de los componentes de mayor complejidad, pues este es el encargado de realizar la activación de los solenoides y permitir el paso del fluido hidráulico hacia los mandos seleccionados desde la palanca manual, de esta manera el cuerpo de válvulas se comporta como la parte que gestiona el control y la distribución del fluido hidráulico. Este componente puede ser analizado como una unidad de control hidráulico, ya que este contiene la mayoría de los canales hidráulicos y sirve como alojamiento para las numerosas válvulas y partes necesarias que optimizan el trabajo del control hidráulico.(Maldonado Ríos y Salinas León, 2013)

El grupo de válvulas es el componente más complejo del sistema oleo hidráulico, que se encarga de activar los solenoides y permitir que el fluido hidráulico circule hacia los controles seleccionados por la palanca. Esta unidad puede considerarse una unidad de control hidráulico porque contiene la mayoría de las líneas hidráulicas y sirve como anfitrión para muchas de las válvulas y componentes necesarios para optimizar el rendimiento del control oleo hidráulico.(Maldonado Ríos y Salinas León, 2013)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diagrama de etapas del proyecto.



Ilustración 3-1: Diagrama de etapas del proyecto.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.2 Metodología de la investigación a realizar.

3.2.1 Tipo de estudio

Para realizar este proyecto de investigación sobre la implementación de un grupo de válvulas y sistemas de medición. Se utilizará una metodología de tipo inductiva y exploratoria, debido a que se requiere la obtención de datos reales de funcionamiento del grupo de válvulas y de esta forma poder comparar con los datos teóricos de funcionamiento.

Exploratoria: Es un proceso en el que no pretende dar explicaciones relacionadas al objeto de estudio, más bien es una recolección de información, identificación de antecedentes generales y aspectos de relevancia que contengan variables que necesitan examinarse a profundidad en investigaciones futuras. (ULA ONLINE, 2017)

Inductivo: Es un proceso en el que mediante el estudio de diferentes casos particulares se llega a obtener conclusiones o leyes universales donde se hagan entender los métodos que tienen relación con los fenómenos estudiados. Hay que tener muy en cuenta la observación directa de los fenómenos, la experiencia y el estudio de las relaciones que existen entre ellos. (Rodríguez Moguel, 2005)

En la orientación por estos métodos, se sugiere la recolección de datos, evidencias donde se observa y se aplica los conocimientos gracias a la experiencia, por medio de esto se puede analizar e identificar los patrones de uniformidad y tendencia. Mediante el desarrollo y avance del proyecto se debe ejecutar un análisis muy puntual enfocado en los objetivos específicos planteados, los mismo que van a ser de gran contribución para el entendimiento de los resultados que se aspiran obtener. En base a lo antes mencionado se puede argumentar varias preguntas para dar con la respuesta del método de investigación preciso, también con la utilización de estrategias de trabajo, materiales, herramientas que se requieren para el progreso de este.

A continuación, en la Tabla 3-1, se muestra la Metodología de aplicación que se empleara para la ejecución de la investigación:

Tabla 3-1: Metodología de Aplicación.

Objetivos	Preguntas	Metodologías	Técnicas	Instrumentos
Realizar la indagación necesaria referente a bibliografía para entender el funcionamiento del grupo de válvulas y sistemas de medición.	¿Qué es un grupo de válvulas oleo hidráulico? ¿Qué es un sistema de medición oleo hidráulico?	Revisión bibliográfica concerniente al proyecto, con la aplicación del método inductivo.	Búsqueda, recolección de datos e información.	Libros físicos, digitales. Tesis. Artículos científicos. Papers. Catálogos de información de grupos de válvulas oleo hidráulicas.
Seleccionar el grupo de válvulas oleo hidráulicas de acuerdo con las especificaciones del fabricante y requerimientos.	¿Cómo seleccionar un grupo de válvulas oleo hidráulicas? ¿Como obtener las especificaciones adecuadas para el funcionamiento del grupo de	Investigar sobre los diferentes grupos de válvulas oleo hidráulicas que existen en el mercado nacional.	Recolección de datos mediante catálogos de grupos de válvulas oleo hidráulicas existentes en el mercado nacional.	Catálogos de grupo de válvulas oleo hidráulicas.

	válvulas oleo hidráulicas?			
Implementar un grupo de válvulas, con sus respectivos acoples hidráulicos, mangueras y manómetros.	<p>¿Qué tipo de herramientas se deben utilizar?</p> <p>¿Qué sistemas de medición se deben utilizar?</p> <p>¿Qué medidas de seguridad se deben implementar?</p> <p>¿Cómo obtener la presión, del grupo de válvulas?</p> <p>¿Cómo se debe realizar la instalación de los acoples oleo hidráulicos?</p>	<p>Investigar sobre las medidas de seguridad que se deben implementar, los sistemas de medición a utilizar al momento de dar funcionamiento al banco de grupo de válvulas.</p> <p>Como se debe instalar correctamente los acoples oleo hidráulicos.</p> <p>Investigar sobre cómo se debe presurizar el sistema de grupo de válvulas para evitar partículas de aire que afecten el funcionamiento de este.</p>	<p>Manejo correcto de herramientas, manómetros, para un diagnóstico eficaz y correcto.</p>	<p>Llaves mixtas.</p> <p>Juego de dados.</p> <p>Llaves Hexagonales.</p> <p>Loctite.</p> <p>Manómetros.</p> <p>Playo.</p> <p>Llave ajustable (pico de loro).</p>
Ejecutar pruebas de funcionamiento del grupo de válvulas.	<p>¿Qué tipo de pruebas se van a realizar?</p> <p>¿Qué parámetros imperceptibles deben tener para su funcionamiento?</p>	<p>Se realizarán pruebas de presión del sistema de grupo de válvulas oleo hidráulicas.</p>	<p>Funcionamiento del grupo de válvulas oleo hidráulicas.</p>	<p>Banco de grupo de válvulas oleo hidráulicas.</p>

Supervisar parámetros de funcionamiento.	¿Qué se necesita para que funcione correctamente el grupo de válvulas oleo hidráulicas?	Investigar sobre los parámetros de presión que deben tener para su correcto funcionamiento.	Revisar las condiciones ideales teóricas para su correcto funcionamiento.	Manuales.
Determinar datos obtenidos del grupo de válvulas oleo hidráulicas.	¿Qué datos se obtuvieron? ¿Qué se debe realizar para que su vida útil de funcionamiento se mantenga correctamente?	Método Inductivo y exploratorio.	Analizar datos.	Computador.
Realizar una guía de prácticas.	¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para realizar la guía práctica?	Método Inductivo y exploratorio.	Analizar datos y principio de funcionamiento.	Ficha de datos.

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.3 Cronograma de actividades.

A continuación, en la Tabla 3-2, se muestra el cronograma de ejecución de la investigación en el tiempo establecido:

Tabla 3-2: Cronograma.

ID	NOMBRE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
1	Revisión bibliográfica.	10/10/2023	13/10/2023
2	Revisar catálogos de grupos de válvulas.	16/10/2023	27/10/2023
3	Determinar los tipos de grupos de válvulas que más se acoplen a las necesidades	30/10/2023	10/11/2023

4	Adaptación de los acoples para medir las presiones	13/11/2023	01/12/2023
5	Medición de valores de presión del banco de pruebas	04/12/2023	08/12/2023
6	Realizar los estudios de caídas de presión	11/12/2023	20/12/2023
7	Cálculos matemáticos de las caídas de presión del sistema de grupo de válvulas.	02/01/2024	19/01/2024
8	Elaboración de la guía de practica	22/01/2024	26/01/2024
9	Elaboración del documento final	29/01/2024	09/02/2024

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.4 Recursos o materiales.

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación fue de gran utilidad un amplio número de recursos y materiales que ayudaron a realizar todo el procedimiento de una manera más confiable, eficaz y con exactitud, englobando en la misma, realizando pruebas respectivas de caída de presión en el banco de grupo de válvulas oleo hidráulicas.

A continuación, en la Tabla 3-3, se muestra los materiales empleados para la ejecución de la investigación:

Tabla 3-3: Materiales

MATERIAL	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN
Llaves	Juego de llaves milimétricas	Para el ajuste y desajuste de tuercas y pernos
Llave inglesa	Llave ajustable	Para ajustar y desajustar las diferentes medidas de tuercas y pernos
Alicate	Herramienta manual	Para sujetar piezas móviles

Combustible (Diesel)	Combustible para motores de encendido por compresión.	Para el encendido de la máquina para la función del sistema hidráulico.
Manómetros	Medidor analógico de presión	Permite conocer los valores reales de presurización del sistema de control oleo hidráulico.
Aceite hidráulico (ISO VG 46 o ISO VG 68)	Fluido para altas presiones	Permite la transmisión de movimiento mediante la alta presión controlada por el banco de válvulas.

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.5 Equipos.

Desarrollar este tipo de proyecto se requiere de una variedad de herramientas y equipos, que ayudan a comprobar su correcto y eficaz funcionamiento.

Para dar inicio este proyecto, se realizó una investigación profunda y relevante sobre que tipos de grupos de válvulas oleo hidráulicas que existen y son las que posee en el banco de grupo de válvulas oleo hidráulicas, para poder corroborar con esto, por medio de catálogos de la marca Komatsu que son los fabricantes de las mismas se pudo entender y tener la referencia exacta de que materiales, herramientas, indumentaria se debe poseer para posteriormente realizar el procedimiento de las pruebas de caída de presión.

3.6 Recursos humanos.

Para la realización de este proyecto de titulación fue de gran importancia tener conocimientos previos, para lo cual se inició por la investigación en fuentes bibliográficas ya que esta proporciona conocimientos de bases teóricas adecuadas, donde posteriormente se pondrá en práctica. No obstante, se tuvo la necesidad de adquirir conocimientos técnicos especializados los cuales fueron nuevos donde se realizó la capacitación por personal especializado en la rama de maquinaria pesada y sistemas oleo hidráulicos.

A continuación, en la Tabla 3-4, se muestra los recursos necesarios para la ejecución de la investigación:

Tabla 3-4: Recursos

ROLES	OPERACIÓN	ENCARGADOS
Investigador	Buscar información de fuentes bibliográficas confiables toda la información necesaria acerca del tema del proyecto. Presentar ideas y recomendaciones referente a los temas estudiados.	Víctor Peñafiel Guido Toaquiza
Planificador	Realizar un plan para desarrollar las actividades con un plazo de tiempo amplio.	Víctor Peñafiel Guido Toaquiza
Operador	Realizar las tareas propuestas en la planificación. Realizar cambios o mejoras que surja en el proyecto.	Víctor Peñafiel Guido Toaquiza
Revisión y seguimiento	Sugerir mejoras y correcciones en la elaboración del proyecto. Solicitar informes y evidencias sobre el avance del proyecto. Revisar semanalmente los avances del proyecto.	Ing. David Bravo Ing. Javier Solís
Consulta externa	Ayuda y asesoramiento preciso en temas puntuales. Ayudar con herramientas especiales.	Ing. Cromang

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.7 Desarrollo del proyecto

3.7.1 Características del grupo de válvulas oleo hidráulicas

A continuación, en la Tabla 3-5, se muestra las características del grupo de válvulas oleo hidráulicas para poder ejecutar la investigación:

Tabla 3-5: Características del grupo de válvulas oleo hidráulicas.

Características	Componentes
Control oleo hidráulico	El sistema oleo hidráulico utiliza un cuerpo de válvulas para el control direccional del fluido de

	alta presión para el movimiento de los cilindros oleo hidráulicos.
Distribución de presiones	El sistema de distribución oleo hidráulico mediante el cuerpo de válvulas distribuye el fluido oleo hidráulico mediante diferentes válvulas.
Fluido de trabajo	En los sistemas oleo hidráulicos es primordial el fluido de trabajo, tiene como misión transmitir la potencia oleo hidráulica por medio de las válvulas de control a los diferentes receptores, también lubrica las diferentes piezas móviles y protege el sistema del desgaste y la corrosión.

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

3.8 Conectores, adaptadores rápidos en partes y piezas del grupo de válvulas oleo hidráulicas.

Aquí se muestra cada uno de los conectores, adaptadores rápidos en partes y piezas del grupo de válvulas oleo hidráulicas los cuales ayudaran para poder conectar los manómetros y realizar las pruebas de presión, que son los siguientes:



Ilustración 3-2: Conectores y Adaptadores rápidos para grupo de válvulas oleo hidráulicas.

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

Mangueras de alta presión MXT 1 / 4 ":

Las mangueras oleo hidráulicas de alta presión que se utilizan para permitir el paso del fluido tienen la misión de efectuar la transmisión de la fuerza al interior del correspondiente equipamiento oleo hidráulico. Estas válvulas son elaboradas en caucho sintético, es decir son resistentes a los aceites y

contienen refuerzos metálicos. Son aplicadas en sistemas hidráulicos a alta presión, en carretillas elevadoras, maquinaria pesada (Grupo de válvulas oleo hidráulicas), aceites vegetales y minerales.(EUROFLEX, 2021)



Ilustración 3-3: Manguera MXT

Fuente: POLIHULES, 2022.

Características:

Estas mangueras proporcionan una solución hidráulica más ligera, resistente y flexible, son fabricadas con un solo alambre de acero trenzado de alta resistencia y recubierto con caucho altamente resistente a la abrasión, ofrece una amplia versatilidad de aplicaciones.(POLIHULES, 2022)

A continuación, en la Tabla 3-6, se muestra las características de la manguera que se utiliza por medio de catálogos de grupo de válvulas oleo hidráulicas, para ejecutar los cálculos en la investigación:

Tabla 3-6: Características del tipo de manguera de adaptación para el grupo de válvulas oleo hidráulicas.

Diámetro Nominal	DN	DI (in)	DE (in)	DE (mm)	PT (psi)	PT (MPa)	Ruptura (psi)	Ruptura (MPa)	Radio Min. C (in)	Radio Min. C. (mm)	Peso (lbs/ft)	Peso (Kg/100m)
4MXT	6	1/4	0.55	14	6000	41.4	24000	155.5	1.5	38	0.2	30

Fuente: POLIHULES, 2022.

Estas mangueras son certificadas ya que cumplen con estándares aplicables, cumpliendo al 100%, las mismas que requieren de normativa SAE 100 R1 AT, que alarga más el tiempo de vida de estas con impulsos tres veces mejores basados en estándares industriales de 600000 ciclos de impulso. (POLIHULES, 2022)

SAE 100 R1 AT: SAE tiene su significado que es Sociedad de Ingenieros Automotrices, el 100 se refiere a la serie de la manguera según el estándar SAE, R1 se refiere al tipo de construcción de la manguera, es decir que tiene una sola capa de refuerzo de alambre de acero, AT indica que la manguera está diseñada para aplicaciones a alta temperatura. Son diseñadas para soportar aplicaciones de alta presión y presiones máximas de trabajo de 1000 BARES o 14500 PSI.(Sinopulse, 2023)

Acople rápido de aguja 1/2 " completo:

Este tipo de acoples están diseñados para conectar y desconectar las líneas de fluido rápidamente y las válvulas de mariposa autosellantes dan un sellado excelente de baja y alta presión, previniendo fugas y contaminación al ambiente. (POLIHULES, 2022)



Ilustración 3-4: Acople rápido de aguja 1 / 2 " completo.
Fuente: HIDRONEUMATIC, 2019.

Adaptador JIC-JIC Macho-Macho 3/8".

Un adaptador JIC-JIC Macho-Macho se utiliza para conectar dos componentes o tuberías con conexiones internas JIC en sistemas hidráulicos y de alta presión. Está diseñado para proporcionar una conexión segura, fiable y a prueba de fugas, utilizando la tecnología de abocardado de 37 grados común en las conexiones JIC.(RODAVIGO, 2024)



Ilustración 3-5: Adaptador JIC-JIC Macho-Macho 3/8"
Fuente: RODAVIGO, 2024.

Adaptador hidráulico 3/8" macho JIC X 3/8" hembra JIC giratorio X 3/8" macho JIC TEE.

Un adaptador hidráulico de acero al carbono con conexiones de 3/8" JIC macho, 3/8" JIC hembra giratoria y 3/8" JIC macho en forma de "T" se utiliza para facilitar la división o combinación de flujos hidráulicos en sistemas de tuberías, ofreciendo flexibilidad en la instalación y ajuste. (TECTUL, 2017)



Ilustración 3-6: Adaptador hidráulico 3/8" macho JIC X 3/8" hembra JIC giratorio.

Fuente: PAHUSA, 2024.

Adaptador JIC macho a JIC hembra 45°.

Es un tipo de adaptador que tiene una rosca externa (macho) JIC en un extremo y una rosca interna (hembra) JIC en el otro, con el adaptador formando un ángulo de 45° grados entre las dos conexiones. Este tipo de adaptador es esencial en situaciones donde las conexiones deben redirigirse en un ángulo específico para facilitar el diseño y la funcionalidad del sistema hidráulico. (Grainger, 2024)

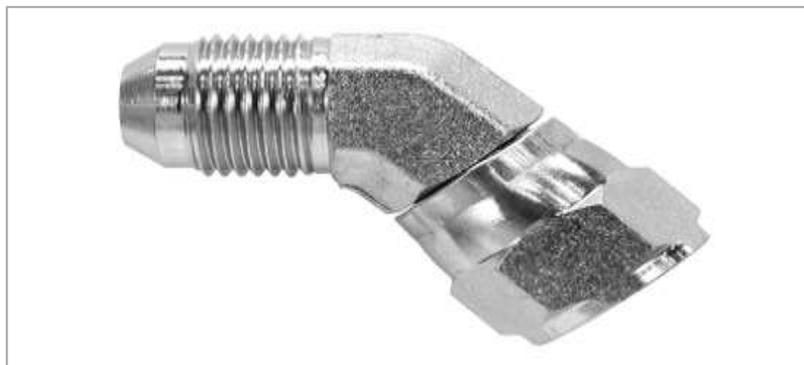


Ilustración 3-7: Adaptador JIC macho a JIC hembra 45°.

Fuente: PAHUSA, 2020.

Adaptador de manguera hidráulica: Tamaño de conexión de 3/8 " por 3 / 8 " , macho x macho, NPT x JIC, rígido, recto.

Los adaptadores de manguera hidráulica de acero inoxidable cuentan con conexiones NPT a JIC 3/8", son más resistentes a la corrosión que otros tipos de adaptadores de acero inoxidable, lo que los convierte en una buena opción para aplicaciones en agua salada y cloro. Estos adaptadores duraderos cuentan con un conector NPT (National Tapered Tube) en un extremo y un conector JIC (Joint Industrial Conference) en el otro. (Grainger, 2023)

NPT: Su significado quiere decir que son conectores cónicos. (Grainger, 2023)

JIC: Su significado dice que consta de roscas paralelas y un cono 37° en el extremo de la conexión que se conecta a un tubo acampanado o a un racor de manguera. (Grainger, 2023)



Ilustración 3-8: Adaptador de manguera hidráulica de 3/8 " por 3 / 8"
Fuente: Grainger, 2023.

Adaptador recto Parker de acero macho NPT de 3 / 8" X hembra extremo cónico 24 de 12 mm serie ligera.

El diseño de brida adopta tecnología de sello metálico cónico para evitar grietas sin preocuparse por la temperatura y el fluido, las conexiones hidráulicas están hechas de cuerpo de acero inoxidable y tuerca de unión, y la conexión con diseño de tuerca de unión garantiza una conexión fácil y rápida. El diseño de cono evita fugas y grietas. Resistencia al calor, resistencia al impacto, resistencia a la corrosión y resistencia a altas temperaturas. (CHIBIN MACHINE, 2024)



Ilustración 3-9: Adaptador Recto Parker de Acero Macho NPT de 3 / 8"
Fuente: PAHUSA, 2020.

Conector hembra R2 JIC Recta 2 * 2.1 / 2" y macho R12 NPT recto 5 / 8" por 3 / 4"

Los conectores de manguera hidráulica como son: conector Macho SAE 74 y conector Hembra SAE J514 tiene un conector JIC con rosca cónica hexagonal doble. Sus utilidades son para mangueras trenzadas y en espiral. Por otro lado, es completamente diferente a las condiciones laborales del cliente. Pueden ser de acero, acero inoxidable 304 y acero inoxidable 316.(XCD Hydraulic Fitting, 2021)



Ilustración 3-10: Hembra R2 JIC Recta 2 * 2.1 / 2" y Macho R12 Recto 5 / 8" por 3 / 4"
Fuente: INDUSTRIAS S.A.S., 2022.

Unión hembra - hembra NPT 3/8".

Una unión hembra NPT 3/8" es un accesorio de tubería con roscas internas NPT en ambos extremos, utilizado para conectar dos componentes o tramos de tubería con roscas externas NPT de 3/8" pulgada. Proporciona una conexión segura, fiable y a prueba de fugas, adecuada para una variedad de aplicaciones industriales. (XCD Hydraulic Fitting, 2021)

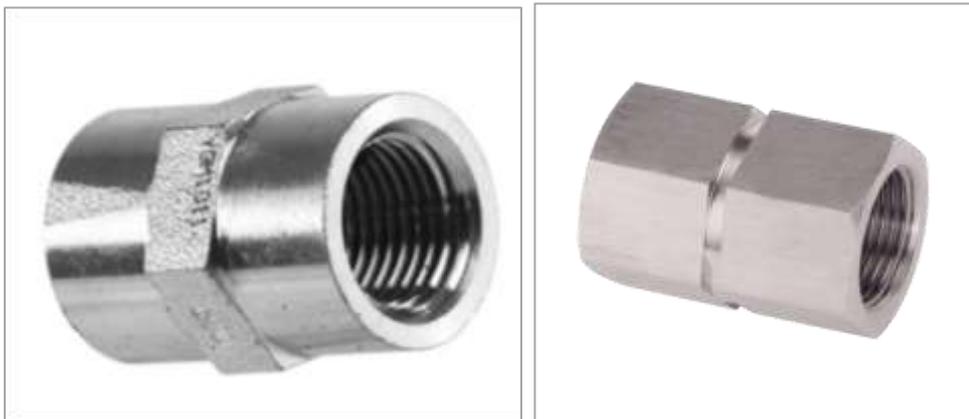


Ilustración 3-11: Unión Hembra NPT 3/8".
Fuente: (XCD Hydraulic Fitting, 2021)

Manómetro industrial PIC GAUGES: 0 a 5000 psi, esfera de 2 1 / 2" pulgadas, relleno de líquido, macho NPT de 1 / 4" pulgadas.

Estos manómetros tienen un diseño robusto y son adecuados para muchas aplicaciones industriales. Cuentan con enchufes no ferrosos o conexiones de proceso para aplicaciones donde no se requiere una construcción totalmente de acero inoxidable. Están disponibles en carcasas llenas de líquido, adecuadas para aplicaciones donde se producen vibraciones y pulsaciones significativas.(Grainger, 2024)



Ilustración 3-12: PIC GAUGES Manómetro industrial.
Fuente: Grainger, 2024.

Loctite 271.

Es un fijador de hilo rojo a base de metacrilato de alta resistencia y baja viscosidad. Con un tiempo de fraguado de 10 minutos en acero, 5 minutos en latón y 15 minutos en acero inoxidable, es ideal para aplicaciones donde se evita la migración del adhesivo. Es resistente a la contaminación leve con aceites industriales. Apto para todo tipo de conexiones roscadas metálicas. (TCIEL SALVADOR, 2023)



Ilustración 3-13: Loctite 271
Fuente: TCIEL SALVADOR, 2023.

Par de apriete de conectores oleo hidráulicos por normativa DIN, ISO. (DIXON, 2020)

Conectores NPT 3/8" de (30 – 40 Nm) ó (22,1 – 29,5 Lbft).

Conectores JIC 3/8" de (24 -32 Nm) ó (17,7 – 23,6 Lbft).

Conectores de rosca de manguera de 1/4" de (14 – 16 Nm) ó (10,3 – 11,8 Lbft).

Acople rápido de aguja 1/2 " de (27 a 34 Nm) ó (20 a 25 Lbft).

NOTA: Los conectores, adaptadores rápidos en partes y piezas del grupo de válvulas oleo hidráulicas, antes mencionados están regidos a la normativa DIN (Instituto Alemán de Normalización) 43459-2016. Normalmente se utilizan para trabajos de alta presión en materiales como: acero inoxidable, aluminio, bronce, latón y también para mangueras de alta presión en diferentes longitudes y materiales. (DIN 43459; 2016)

3.9 Cálculos de caída de presión por longitud de manguera.

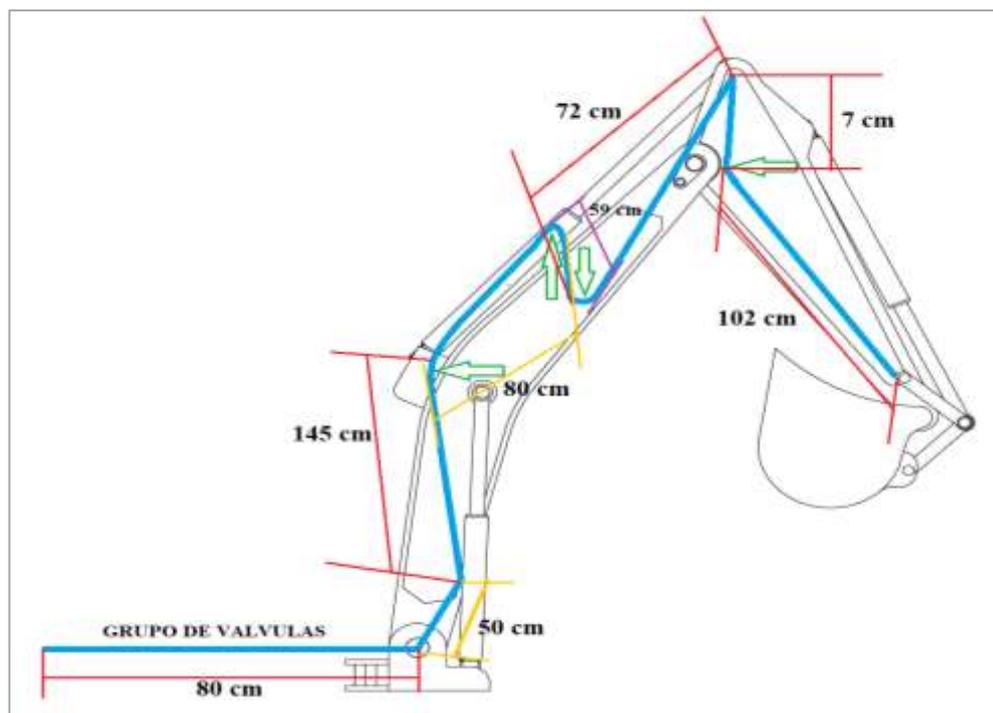


Ilustración 3-14: Esquema de Sistema de Fluido de Grupo de Válvulas Oleo Hidráulicas.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G.,2024.

Desarrollo:

Se inicia calculando la velocidad promedio o de flujo con los datos teóricos del manual de operación.

$$Q_{\text{teórico}} = 20 \text{ litros / minuto (BALLESTEROS 2019)}$$

$$D_{(i \text{ (Manguera)})} = 10 \text{ mm}$$

$$D_{(i \text{ (Manguera)})} = 10 \text{ mm} * 1\text{m}/(1000 \text{ mm})$$

$$D_{(i \text{ (Manguera)})} = 0,01\text{m}$$

De la fórmula de caudal, se despeja la velocidad promedio o de flujo.

$$Q = v * A$$

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

$$v = Q/A$$

$$v = (20 \text{ litros / min} * (1 \text{ min}) / (60 \text{ segundos}) * (0.001\text{m}^3) / (1 \text{ litro})) / ((\pi * \frac{(0.1\text{m})^2}{4}))$$

$$v = 4,24 \text{ m / s}$$

Para poder calcular la caída de presión, se necesita calcular el número de Reynolds y el Factor de Darcy.

Se calcula los Reynolds con datos encontrados en catálogos de Aceite ISO VG - 46 que es el aceite lubricante que ocupa el grupo de válvulas oleo hidráulicas.

$$Re = V * D/v$$

V= velocidad promedio del fluido (m/s, pies/s)

D= Diámetro de la manguera por el que recorre el fluido (m, pies)

v= viscosidad cinemática (m^2 / s)

$$Re = [(4,24 \text{ m / s} * 0,01 \text{ m}) / (82,61 \text{ mm}^2 / \text{s} * (1 \text{ m}^2)) / \frac{\pi * (1000 \text{ mm})^2}{4}]$$

$$Re = 513,75$$

$$f_{\text{Laminar}} = 64/Re$$

$$f_{\text{Laminar}} = 64/513,75$$

$$f_{\text{Laminar}} = 0,124$$

Con los valores obtenidos se procede a calcular la caída de presión del sistema de grupo de válvulas.

$$\Delta P = f * L/D * (\rho * v^2)/2$$

Se suma todas las distancias de la manguera donde fluye el Aceite en el grupo de válvulas oleo hidráulicas.

$$L = (70 + 32 + 7 + 72 + 59 + 80 + 145 + 50 + 80)cm$$

$$L = 595 cm$$

$$L = (595 cm)/(100 cm) * 1m$$

$$L = 5,95 m$$

Tabla 3-7: Datos de Densidad y Viscosidad Cinemática.

Datos por catálogo para Cálculo de Caída de Presión	
Densidad a 15 ° C ($kg / (m^3)$)	Viscosidad Cinemática a 40° C ($[(mm)]^2 / s$)
869,9	82,61

Fuente: SAU, 2019.

$$\Delta P = 0,124 * (5,95 m)/(0,01 m) * (869,9 \frac{kg}{m^3}) * [(4,24 m / s)]^2/2$$

$$\Delta P = 580707,936 Pa$$

$$1 Pascal es 0,000145038 PSI$$

$$\Delta P = 580707,936 Pa * (0,000145038 PSI)/1Pa$$

$$\Delta P = 84,22 PSI$$

NOTA: Para la realización de los cálculos se sumó todas las Distancias de la manguera que recorre el sistema de grupo de válvulas oleo hidráulicas, obteniendo una Distancia total, la cual se reemplazó en los datos que pide en la fórmula de caída de presión.

3.10 Implementación del grupo de válvulas

3.10.1 Análisis comparativo del grupo de válvulas disponibles en el mercado nacional

A continuación, en las Tablas siguientes mediante datos investigados por catálogo, se muestra los datos técnicos de los diferentes cuerpos de válvulas oleo hidráulicas que existen en el mercado nacional.

Tabla 3-8: Comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas HAWE HYDRAULIK.

DATOS	HAWE HYDRAULIK (Alemania)
Tipo	D7788BNG
Presión Máxima	400 Bar
Caudal Máximo	60 L/min
Material	Acero; caja de válvula nitrurada en gas, componentes interiores funcionales templados, rectificadas.
Garantía	6 meses
N.º de puertos de conexión	5 puertos de Conexión
Tamaño de salida	1/2"
Accionamiento	Electromagnético, Accionado por presión, Manual o Mecánica
Costo	\$ 1400

Fuente: HAWE HYDRAULIK, 2024.

Tabla 3-9: Datos de comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas LIVENZA.

DATOS	LIVENZA (España)
Tipo	SERIE VM50-6
Presión Máxima	210 bar
Caudal Máximo	60 L/min
Material	Fundición de hierro con vástago de acero tratados superficialmente con "cromo duro"
garantía	1 año
N.º de puertos de conexión	6 puertos de Conexión
Tamaño de salida	3/8"
Accionamiento	Manual por palanca, neumática, eléctrica o proporcional
Costo	\$ 1200

Fuente: SOHIPREN S.A., 2024.

Tabla 3-10: Datos de comparación de grupo de válvulas oleo hidráulicas BEZARES BZ.

DATOS	BEZARES BZ (España)
Tipo	ABZ- válvulas de control direccional apilables
presión máxima	320 bar
Caudal máximo	40 L /min
Material	Acero Aleado
Garantía	1 año
N.º de puertos de conexión	6 puertos de conexión
Tamaño de salida	3/4"
Accionamiento	Manual
Costo	\$ 1300

Fuente: JHOISTWINCH, 2024.

Tabla 3-11: Datos de comparación de grupo de las válvulas oleo hidráulicas FABRAZI HYDRAULIC.

DATOS	FABRAZI HYDRAULIC (Italia)
Tipo	3MON0506P38
Presión máxima	250 bar
Caudal Máximo	50 L /min
Material	Acero Aleado
Garantía	1 año
N.º de puertos de conexión	6 puertos de Conexión
Tamaño de salida	3/8"
Accionamiento	Manual
Costo	\$ 1350

Fuente: FABRAZI, 2021.

Gracias a los datos adquiridos de catálogos de grupos de válvulas oleo hidráulicas existentes en el mercado nacional, en el punto siguiente 4.2 se realiza una ponderación de estos y saber cuál es el grupo de válvulas oleo hidráulicos que favorece para esta investigación.

3.10.2 Ponderación y caracterización del grupo seleccionado.

A continuación, se da la ponderación a los grupos de válvulas disponibles en el mercado nacional por medio de la información que se tiene en el punto 4.1, toda esta información ha sido tomada por catálogos.

En la tabla 3-12 se dará la ponderación del 1 al 10 en cada uno de los grupos de válvulas oleo hidráulicas presentes en el mercado nacional.

Tabla 3-12: Ponderación de Factores según la Selección de Proveedores de grupos de válvulas oleo hidráulicas en el mercado nacional.

Datos de comparación	Ponderación			
	HAWE HYDRAULIK	LIVENZ A	BEZARES BZ	FABRAZI HYDRAULIC
Presión máxima	5	9	7	9
Caudal máximo	9	9	9	9
Calidad del material	8	10	8	8
Garantía	5	10	10	10
N.º de puertos de conexión	5	10	10	10
Tamaño de salida	5	10	5	10
Accionamiento	10	10	10	10
Costo	6	8	6	6
TOTAL	53	76	65	72

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2024.

A continuación, se habla de la comparación de grupos de válvulas oleo hidráulicas existentes en el mercado nacional donde se detalla cada uno de los parámetros y por qué se le dio esa ponderación y por lo tanto se dirá cuál es la que cumple con todos los requisitos necesarios para ser utilizada.

De las diferentes marcas de grupos de válvulas oleo hidráulicas presentes en el mercado nacional se ha escogido la marca LIVENZA, ya que tiene la mayor ponderación, ya que el puntaje es el más alto gracias al cumplimiento en sus requisitos a comparar. Para la realización de esto se ha utilizado las fichas técnicas de cada una de las marcas de grupos de válvulas oleo hidráulicas presentes en la Tabla 3-12. Donde indican que la presión máxima de trabajo es 210 Bar, caudal máximo de 60 litros/min, Calidad del material hierro fundido con vástago de acero tratado superficialmente con “Cromo duro”, posee 6 puertos de Conexión, el tamaño de salida es de 3/8 de pulgada, su accionamiento es manual por palanca, posee una garantía de un año y su costo total es de 1200 USD, cumpliendo con todos los requerimientos para el proyecto.

3.10.3 Implementación

3.10.3.1 Equipo de protección personal

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) exige que los trabajadores seleccionen, proporcionen y utilicen equipo de protección personal (PPE), ya que gracias a PPE pueda ayudar a reducir la probabilidad de lesiones (29 CFR 1910.132). Esta guía describe situaciones y posibles peligros que requieren que los trabajadores utilicen equipo de protección personal durante el mantenimiento, reparación. Se debe recalcar que las consideraciones especiales deben ser aplicadas para ciertas tareas (como soldadura) que es realizado por personal calificado. El PPE está disponible para los trabajadores a través de sus supervisores y EHS (Environmental, Health & Safety) que significa Salud, Seguridad y Medio Ambiente.(Dartmouth, 2024)

A continuación, se nombrarán los elementos que conforman el Equipo de Protección Personal para el mantenimiento de maquinaria pesada.

Protección para los ojos y la cara (29 CFR 1910.133):

Se requieren gafas de seguridad cuando se trabaja con o cerca de herramientas eléctricas, y equipos industriales. Son utilizadas para realizar trabajos ya sean como taladrado, martillado, esmerilado, serrado, cortado, estas se deben utilizar como protección de seguridad durante todo

el tiempo que dure el proceso. También cuando se realice mezclas o se utilice productos químicos corrosivos. También es muy importante saber que todas las gafas de seguridad deben cumplir con los estándares ANSI (American National Standards Institute) Z89.(Dartmouth, 2024)



Ilustración 3-15: Protección para los ojos y la cara.
Fuente: 29 CFR 1910.133.

Protección para la cabeza (29 CFR 1910.136):

Se requieren cascos en todos los sitios de mantenimiento, reparación, el mismo que es obligatorio en centrales eléctricas y otras áreas mecánicas donde existe riesgo de colisión o descarga eléctrica. En nuestro caso se debe usar casco de TIPO E ya que este tipo de casco es normado para operarios técnicos. Todos los cascos deben cumplir con los estándares ANSI Z89.(Dartmouth, 2024)



Ilustración 3-16: Protección para la cabeza.
Fuente: 29 CFR 1910.136

Protección de los pies (29 CFR 1910.136):

Los zapatos protectores son esenciales cuando es necesario mover equipos u objetos pesados como cajas o incluso por si algún tipo de herramientas o piezas mecánicas pueden caer en los pies

del operario. Por otra parte, también se exige calzado de seguridad en todos los trabajos de mantenimiento, reparación, etc. Todo el calzado de seguridad debe cumplir con ANSI Z41.(Dartmouth, 2024)



Ilustración 3-17: Protección de los pies.
Fuente: GENERAL SAFETY, 2024.

Protección de las manos (29 CFR 1910.138):

Los cortes y otras lesiones en las manos son el tipo más común de accidente de mantenimiento en Dartmouth. El cobertizo para herramientas cuenta con guantes para manipular de forma segura vidrio, metales y productos químicos. Para trabajar con objetos afilados, necesitará guantes de cuero y Kevlar con revestimiento resistente a cortes. Los guantes de nitrilo son adecuados para usar con agentes de limpieza y lubricantes comunes. En caso de duda, proteja sus manos.(Dartmouth, 2024)



Ilustración 3-18: Protección de las manos.
Fuente: WORKPLACE, 2023.

Protección respiratoria (1910.123):

La protección respiratoria protege el sistema respiratorio del usuario de la inhalación de atmósferas peligrosas por la presencia de sustancias tóxicas (partículas, gases o vapores, agentes biológicos) o por falta de oxígeno.(Dartmouth, 2024)



Ilustración 3-19: Protección respiratoria.
Fuente: SAMANCTA, 2021.

Gracias a los gobiernos de turno han logrado incluir normas que regulen el uso y calidad de EPP donde esto es atractivo para los trabajadores, el comercio en el sector industrial ecuatoriano se ve dificultado por los diferentes impuestos y salvaguardias asignados para estos equipos importados. Si bien es cierto en Ecuador se fabrican algunos EPP, pero la dificultad es que no son de óptima calidad y no cuentan con una certificación donde de prueba cierta que tengan un correcto funcionamiento de estos, donde se han optado por la opción más factible que es la importación. Dentro de todo el análisis que se ha realizado se puede demostrar que las normas ecuatorianas alejan y dificultan el uso de EPP en procesos industriales. (Macías Muentes y Parrales Cárdena, 2017)

3.10.3.2 Revisión del estado del grupo de válvulas

Se adquirió la maquina mini – excavadora KOMATSU PC28UU-1 en condiciones para el desarrollo de un proyecto de titulación los cuales se dedican a estudiar ciertos sistemas de esta. Este proyecto tiene como finalidad implementar un banco en el grupo de válvulas oleo hidráulicas para complementar las clases teóricas con la práctica.

En el taller de maquinaria pesada se ha implementado una máquina de equipo mediano para desarrollar conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las diferentes materias relacionadas a Maquinaria Pesada y Sistemas Oleo Hidráulicos.

3.11 Herramientas y equipos para la implementación

Para la implementación de acoples y manómetros en el grupo de válvulas oleo hidráulicas se utilizó las siguientes herramientas:

Llave fija de Boca Abierta BAHCO 6M-18-19; 20-22 mm.

Este tipo de herramienta es una llave fija de dos bocas en dimensiones métricas con aleación de acero de alto rendimiento cromada de mate que proporciona una gran calidad superficial, el mango en U ofrece una mayor comodidad con un ángulo de 15° con cabezas extremadamente planas para obtener mayor accesibilidad marcado de medida más grande y unidireccional para una fácil identificación. (Irigaray, 2024)

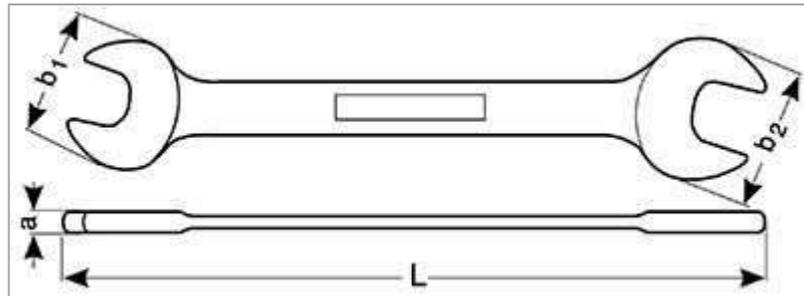


Ilustración 3-20: Llave fija de dos bocas BAHCO 6M.

Fuente: Irigaray, 2024.

En la Tabla 3-13 se muestran las características de llave fija de dos bocas BAHCO 6M, utilizadas en la implementación de acoples y manómetros.

Tabla 3-13: Características de Llave fija de dos bocas BAHCO 6M.

Características Técnicas		
A [mm]	18*19	20*22
L [mm]	222	225
a [mm]	7,3	7,2
b1 [mm]	38,1	42,0
b2 [mm]	41,2	43,0
Norma	ISO 691	ISO 691

Fuente: Irigaray, 2024.

Llave mixta BAHCO 1952M 15;16 mm.

Mejor accesibilidad gracias a una cabeza más fina con una boca abierta angulada de 15°, mayor agarre y el espacio para los nudillos con la boca cerrada angulada de 15°.

SB: Embalaje en blíster con información del producto. (BAHCO, 2024b)

Mayor vida útil de tuercas y tornillos con el perfil Dynamic Profile™ de 12 puntos, acabado micro mate cromado para una superficie de gran calidad, Acero aleado de alto rendimiento, Diseño de

vástago en forma de U patentado para un uso cómodo, lectura e identificación optimizadas con un marcado nítido.(BAHCO, 2024b)

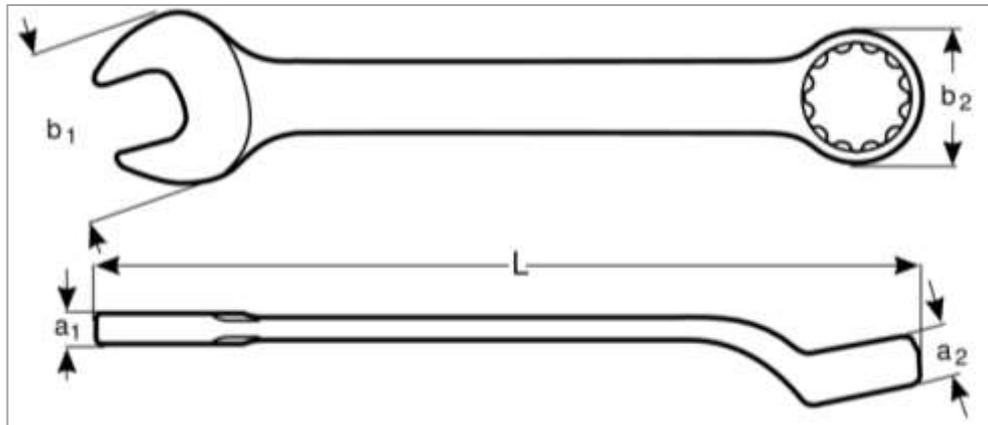


Ilustración 3-21: Llave mixta BAHCO 1952M
Fuente: BAHCO, 2024.

En la tabla 3-14, se muestran las características de llave mixta BAHCO 1952M, utilizadas en la implementación de acoples y manómetros.

Tabla 3-14: Características de llave mixta BAHCO 1952M.

Características Técnicas		
Llave	15	16
L [mm]	195	210
a1 [mm]	6,2	6,6
a2 [mm]	10,8	11,4
b1 [mm]	34	36
b2 [mm]	23	24,5
Norma	ISO 691	ISO 691

Fuente: BAHCO, 2024.

Llave ajustable "inglesas" con mango de goma ERGO™, moleta central y mordaza reversible 90PC.

Llave ajustable "inglesas" diseñadas según los procesos científicos ERGO™, máximo confort con mínimo esfuerzo gracias al diseño ergonómico, retirando y girando la mordaza reversible, la llave ajustable "inglesa" se transforma en una llave para tubo, con la mordaza móvil en la posición normal, es apta para tuercas y pernos de hasta 34 mm, la mordaza dentada ha sido templada por inducción y se adaptará incluso al material más duro. La cabeza pequeña y robusta ofrece excelente accesibilidad y magníficas prestaciones, en paralelo con un ángulo de 15°, las mordazas

ofrecen un agarre firme y el mejor alcance, escala en mm para prefijar y realizar mediciones precisas, mango de goma resistente al Skydrol y al aceite, aleación de acero de alto rendimiento forjado en una única pieza, acabado cromado, endurecido con precisión y con tratamiento anticorrosión, Tornillo a izquierdas.

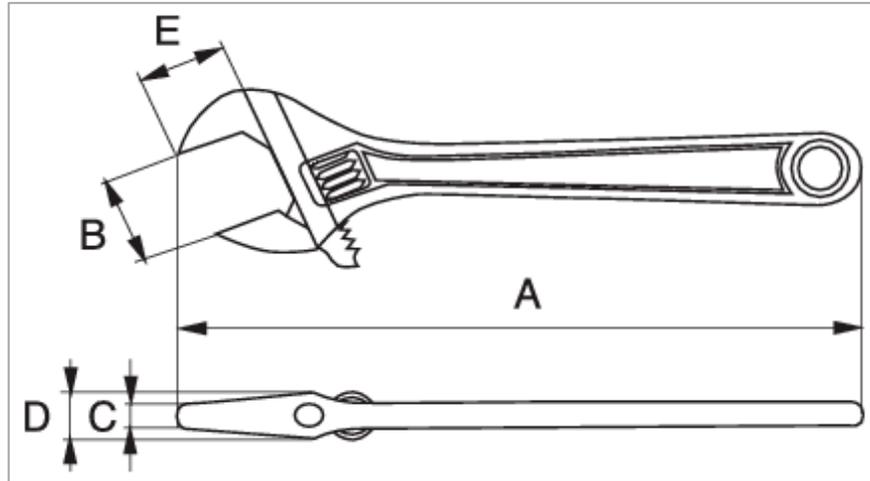


Ilustración 3-22: Llave ajustable inglesa.
Fuente: BAHCO, 2024.

En la tabla 3-15, se muestran las características de llave ajustable con mango de goma ERGO™, utilizadas en la implementación de acoples y manómetros.

Tabla 3-15: Características Técnicas de llave ajustable inglesa.

Características Técnicas	
A [mm]	308
B [mm]	35
C [mm]	11,9
D [mm]	17,6
E [mm]	34
Norma	ISO 6787

Fuente: BAHCO, 2024.

Las herramientas utilizadas en este proceso del trabajo de titulación fueron fundamentales para un correcto ensamble de cada uno de los acoples con el grupo de válvulas oleo hidráulicas, cabe recalcar que las herramientas eran de buena calidad y se encontraban en buenas condiciones.

3.12 Implementación de acoples y manómetros de medición

Se realizó la conexión utilizando como base un adaptador hidráulico 3/8" macho JIC X 3/8" hembra JIC giratorio X 3/8" macho JIC en Tee, en el cual se acoplo en el extremo derecho base un adaptador Recto de Acero Macho NPT de 3/8", en el extremo izquierdo base hembra de tuerca móvil se instaló un adaptador JIC-JIC Macho-Macho 3/8", en el extremo superior macho se acoplo un adaptador recto de acero macho NPT de 3 / 8" X hembra extremo cónico 24° NPT, en el cual se unió a un acople rápido de aguja macho de 1 / 2 ", estos conectores garantizan que la conexión sea fácil y rápida y de esta manera medir la presión del fluido, se procedió a utilizar fijador de hilo de alta resistencia y baja viscosidad para unir estos acoples y adaptadores de alta presión.



Ilustración 3-23: Ensamble de acoples JIC 3/8" en Tee, NPT.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquizza G., 2024.

La siguiente conexión se realizó un acoplamiento de adaptador hidráulico 3/8" macho JIC X 3/8" hembra JIC giratorio X 3/8" macho JIC en Tee, en el cual en el extremo hembra base izquierdo se acoplo un adaptador JIC macho a JIC hembra 45°, en el extremo macho superior se acoplo un adaptador hembra extremo cónico 24° NPT y de acero macho NPT de 3 / 8", en el cual está unido a un acople rápido de aguja 1 / 2 ". En el extremo macho inferior derecho del acople base se instaló un adaptador recto de acero macho NPT de 3/8" X hembra extremo cónico 24° NPT, unido a un adaptador hembra - hembra NPT 3/8", seguidamente unido a un adaptador recto de acero macho NPT de 3/8" X hembra extremo cónico 24° NPT, a este unido un adaptador JIC-JIC

Macho-Macho 3/8", para estas uniones se utilizo un fijador de hilo de alta resistencia y baja viscosidad especialmente para conexiones roscadas metálicas de maquinaria pesada.



Ilustración 3-24: Ensamble de acoples JIC, NPT 3/8".
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2024.

Se utilizo una manguera 8 MXT de 1/2" pulgadas y una presión máxima de 4000 psi o 280 Bar, que utiliza acople hembra R2 JIC en el extremo en el cual se conectó una unión macho-macho de acero de 3/8 en el cual se conectó al acople rápido de aguja hembra 1/2" pulgadas y en el otro extremo un macho R2 NPT con rosca cónica hexagonal en este extremo se conectó un manómetro industrial de 5000 PSI. Se utilizo un fijador de hilo de alta resistencia para conexiones roscadas metálicas.



Ilustración 3-25: Ensamble de manguera 4 MXT de 1/4" y manómetro de presión de 5000 PSI.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2024.

Con el ensamble de acoples y manómetros, las conexiones directamente con el grupo de válvulas fueron exitosas ya que al momento de realizar las pruebas y mediciones su funcionamiento es óptimo y no muestra fugas ni fallo de funcionamiento.



Ilustración 3-26: Grupo de válvulas terminado con sus respectivas conexiones.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G.,2024.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Pruebas de presión del grupo de válvulas oleo hidráulicas

Para poder comprobar el correcto funcionamiento del grupo de válvulas oleo hidráulicas se realiza la conexión con el acople rápido macho tipo aguja y se verifica que tenga estanqueidad y se mantenga en 0 PSI para proceder a medir la presión.



Ilustración 4-1: Manómetro marcando 0 PSI

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

Se realiza el accionamiento mecánico que conecta al grupo de válvulas oleo hidráulicas comprobando así su funcionamiento y presión real del sistema, donde se dirige el flujo mediante las mangueras hacia el cilindro oleo hidráulico del sistema, en donde se conectó el manómetro a la manguera del grupo de válvulas oleo hidráulicos que controla el movimiento de salida del vástago y por medio del manómetro se puede visualizar que marca una presión de 2710 PSI aproximadamente.



Ilustración 4-2: Manómetro marcando 2710 PSI aproximadamente.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

Se procede a dar accionamiento mecánico al grupo de válvulas oleo hidráulicas por medio de la palanca selectora, verificando así su funcionamiento y la presión real en el sistema, donde se dirige el flujo a través de la manguera hasta el cilindro oleo hidráulico del sistema, donde se encuentra el manómetro, el mismo que se encuentra conectado a la entrada del vástago del grupo de válvulas oleo hidráulicas, y con la ayuda del manómetro se puede visualizar que indica una presión de 2630 PSI.



Ilustración 4-3: Manómetro marcando 2630 PSI.
Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2023.

4.2 Verificación con Hoja de Inspección

A continuación, en la Tabla 4-1, se muestra la Hoja de Inspección para poder realizar Pruebas de Grupo de Válvula Oleo Hidráulicas.

Tabla 4-1: Hoja de Inspección para Prueba de Grupo de Válvulas Oleo Hidráulicas.

N ° Guía:	01					
N ° Trabajo:	01	Lugar de la prueba:	Matriz ESPOCH			
Cliente:	_____	Fecha de prueba:	10/12/2023			
Referencia del cliente:	_____	Probado por:	Tesistas			
DETALLES DE LAS VÁLVULAS						
Sin etiquetar:		Conexión:	Clasificación:			
Fabricante / MFG:	LIVENZA	Tipo:	Clase LK:			
Modelo:		S/N:				
Ropa de trabajo:	EPP	Acabado / Estado de Asiento:				
Operador:	Conducir:	Volante:	Engranaje:			
			Actuador: X			
Otros:						
Estado de Válvula:	Nueva / Válvula de Stock:	Válvula Reparada:				
Buena		X				
CONDICIONES ENCONTRADAS Y ACCIONES CORRECTIVAS						
N °:	Descripción	Condición	Acciones Correctivas			
1	Caída de presión	Buena	Conectar sin prender la maquina			
2	Medición con manómetro	Buena	Utilizar correctamente el manómetro			
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
PRUEBAS Y RESULTADOS						
Método de Prueba:	Usos Frecuentes:	Presión:	Tiempo:	Resultados:		Observaciones:
				LK Admisible:	LK Medido:	

Asiento de Baja Presión 1:	Poco frecuente	2710 psi	5 min.			Evitar derrames de aceite
Asiento de Baja Presión 2:	Poco frecuente	2630 psi	5 min			Evitar derrames de aceite
Asiento de Alta Presión 1:						
Asiento de Alta Presión 1:						
Carcasa/Carrocería:						
Prueba de Conformidad:						
Detalles de Equipos:	Manómetro 1 S/N:	01	Valido hasta:	15/01/2025		
	Manómetro 2 S/N:	02	Valido hasta:	15/01/2025		
	Registrador de Gráficos S/N:		Valido hasta:			
COMENTARIOS						
<p>Al conectar y desconectar los manómetros la maquina debe estar con el motor apagado. No golpee el manómetro puede dañarse o medir erróneamente. Recuerde utilizar equipos de protección personal siempre.</p>						
Preparada por:		Presenciado por:		Verificada por:		
 Fecha: 09/02/2024		 Fecha: 09/02/2024		 Firmado electrónicamente por: VICTOR DAVID BRAVO MOROCHO Fecha: 09/02/2024		

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2024.

4.3 Guía de Práctica

En este punto se detalla una guía práctica con el motivo de realizar un procedimiento adecuado referente al grupo de válvulas oleo hidráulicas.

PRACTICA N.º ____

4.3.1 Tema de la práctica:

Medición de presiones de trabajo del grupo de válvulas oleo hidráulicas.

4.3.2 Introducción:

En el campo industrial los grupos de válvulas oleo hidráulicas han provocado muchos cambios en el mundo tecnológico y alrededor de los seres humanos, los cuales han dado lugar a nuevos diseños y una gran eficiencia para maquinarias e instalaciones. Donde con esta guía práctica se busca conocer más a fondo las caídas de presión teóricas que indican los fabricantes con las que realmente se encuentra realizando la debida práctica.

4.3.3 Objetivos

Comprender el funcionamiento del grupo de válvulas oleo hidráulicas para una obtención de mediciones optimas.

Identificar los componentes del grupo de válvulas oleo hidráulicas y las presiones de trabajo.

4.3.4 Marco Teórico

En lo referente a Marco Teórico se debe tener en cuenta todos los conceptos aprendidos referente al tema de grupo de válvulas oleo hidráulicas e incluso su funcionamiento, partes que conforman el grupo de válvulas, presiones de trabajo teóricas, para comparar con las obtenidas en la práctica.

4.3.5 Materiales y herramientas para la práctica

Para realizar la práctica se debe identificar claramente los materiales y herramientas a utilizar en la práctica, como son:

- ✓ Manómetros
- ✓ Llaves mixtas

- ✓ Llave Inglesa
- ✓ Combustible (Diesel)
- ✓ Aceite
- ✓ Mangueras de presión
- ✓ Otros

4.3.6 *Desarrollo de la práctica*

En este apartado debe constar cada una de las mediciones realizadas con los materiales y herramientas adecuadas para esta práctica.

Leer y anotar en la Tabla 4-2, los valores mostrados en el manómetro 1, con el motor apagado y una vez instalado el manómetro, encender el motor y tomar las mediciones.

Tabla 4-2: Tabla de mediciones de presión del grupo de válvulas oleo hidráulicas.

N.º	Mediciones	Valores de Medición

Realizado por: Peñafiel V. & Toaquiza G., 2024.

Calcular las pérdidas de presión con la siguiente fórmula:

$$\Delta P = f * L/D * (\rho * v^2)/2$$

4.3.7 *Conclusiones y recomendaciones*

Describir en forma lógica las conclusiones que cumplan con los objetivos y las encontradas durante la práctica las mismas que sean pertinentes en el aprendizaje.

4.3.8 *Referencias bibliográficas*

Citar fuentes bibliográficas reales, las mismas que sustenten a la práctica y se encuentren vigentes y actualizadas, estas deben ser de bibliotecas, artículos científicos, tesis, revistas indexadas, Papers, etc.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se implementó un grupo de válvulas oleo hidráulicas y sistemas de medición en un banco de pruebas, es fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente y preciso en la Carrera de Ingeniería Automotriz. A través de un exhaustivo proceso de selección y análisis en el mercado nacional, se han identificado y adquirido los componentes más adecuados para las necesidades específicas del banco de pruebas. Asegurando no solo la calidad y confiabilidad de los equipos seleccionados, sino también su compatibilidad con los estándares y requerimientos del sector automotriz. Con la implementación de estos elementos, se potencia la capacidad de los estudiantes de la carrera para realizar pruebas y análisis precisos, contribuyendo así al desarrollo de habilidades técnicas y conocimientos especializados en el campo de la ingeniería automotriz.

Se obtuvo referencias bibliográficas relacionadas con grupos de válvulas oleo hidráulicas aplicadas a equipos medianos en revistas regionales y de alto impacto, ha sido crucial para enriquecer el conocimiento en este campo específico de la ingeniería. La búsqueda y selección de dichas referencias han permitido acceder a información actualizada, relevante y de calidad. Seleccionando para la adquisición el grupo de válvulas oleo hidráulicas de 4 vías, 3 posiciones, 6 palancas, marca LIVENZA, proveniente de fuentes reconocidas y respetadas en la comunidad académica y profesional. Proporcionando una base sólida para comprender el principio de funcionamiento, tecnologías y aplicaciones, así como también la identificación práctica y su tendencia emergente en el diseño, operación y mantenimiento de los sistemas en equipos de tamaño mediano.

Se realizó la comparación con ponderación del 1 al 10 de los diversos tipos de grupos de válvulas oleo hidráulicas disponibles en el mercado nacional para su implementación, dando como resultado una comprensión detallada de las opciones disponibles y sus características distintivas, examinando aspectos como capacidad de flujo, presión de trabajo, precisión y durabilidad, logrando evaluar críticamente la idoneidad de cada tipo de válvula. Gracias a esta comparación la seleccionada fue LIVENZA, ya que cumple con todos los requerimientos anteriormente mencionados: con una presión máxima de 210 BARES, caudal máximo de 60 litros/min, posee 6 puertos de conexión, salida de 3/8 pulgada, accionamiento manual por palanca, material de construcción de hierro fundido y vástago de acero con aleación de cromo duro. Esta evaluación comparativa ayudó a cumplir con las necesidades y exigencias específicas del banco de pruebas, los estándares de calidad y funcionalidad requeridos para su correcto funcionamiento.

La implementación del grupo de válvulas en el banco de pruebas ha sido llevada a cabo de manera integral, considerando tanto las necesidades específicas de funcionamiento oleo hidráulico como las normas de seguridad y las condiciones tecnológicas recomendadas por el fabricante. Esta acción garantiza un desempeño óptimo y seguro del banco de pruebas en el contexto de la Carrera de Ingeniería Automotriz. Al seguir las normas de seguridad y estándares establecidos por los fabricantes, logrando asegurar la fiabilidad, precisión y eficiencia del sistema oleo hidráulico implementado. Además, esta implementación respalda el desarrollo de habilidades prácticas y conocimientos técnicos entre los estudiantes, al ofrecer un entorno de aprendizaje seguro y funcional que simula las condiciones reales de trabajo en la industria automotriz.

Se realizó los cálculos pertinentes a caída de presión por longitud de manguera, utilizando como datos: el caudal teórico de 20 litros/minutos, diámetro interior de manguera donde pasa el fluido que es de 10 mm, longitud de manguera de 595 centímetros. Respectivamente se procedió hallar la velocidad de flujo del grupo de válvulas, número de Reynolds, rigiéndonos a los parámetros se halló el flujo laminar, obtención de datos de viscosidad cinemática del aceite, densidad del aceite, de fuentes confiables. Una vez obtenidos estos datos se aplicó en la fórmula de caída de presión por longitud de manguera, obteniendo como resultado teórico 84,22 PSI.

Se comprobó por medio de pruebas prácticas, conectando manómetros en el grupo de válvulas oleo hidráulicas, específicamente en los puertos que dan movimiento de derecha a izquierda al brazo, teniendo como resultados en los manómetros; la presión de salida del vástago de 2710 PSI, la presión de entrada del vástago de 2630 PSI, concluyendo de esta manera que la caída de presión teórica hallada cumple con los parámetros prácticos.

Se realizó una hoja de inspección para el grupo de válvulas oleo hidráulicas implementado, siendo esencial para garantizar la validez de los parámetros y el correcto funcionamiento del sistema. Donde permitió una evaluación meticulosa de cada aspecto relevante del sistema, desde la presión y el flujo hasta la eficacia de los componentes individuales. Además de garantizar la calidad y la fiabilidad del sistema, esta hoja de inspección sirve como una valiosa herramienta educativa, brindando a los estudiantes una comprensión práctica de los principios de funcionamiento y los procedimientos de mantenimiento asociados con la tecnología oleo hidráulica.

Se elaboró una guía de práctica para el grupo de válvulas oleo hidráulicas implementado, facilitando su uso eficiente y seguro en el banco de pruebas. Esta guía proporciona instrucciones detalladas sobre cómo operar, mantener y solucionar problemas del sistema, permitiendo a los usuarios maximizar su rendimiento y prolongar su vida útil. Además de describir los

procedimientos operativos, la guía de práctica incluye información sobre las características del sistema, los parámetros de funcionamiento y las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes o daños.

5.2 Recomendaciones

Utilizar siempre equipos de protección personal para evitar accidentes al momento de realizar las pruebas de presión y la manipulación de la máquina.

Seleccionar las válvulas adecuadas para la aplicación específica en la que serán utilizadas. Esto implica considerar factores como el tipo de fluido que se va a controlar, la presión y la temperatura del sistema, el tamaño del conducto y los requisitos de caudal.

Utilizar bibliografías actuales que permita seleccionar correctamente la información requerida para el trabajo investigativo.

Asegurarse que las mangueras que llevan los manómetros estén perfectamente conectadas en los acoples rápidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANGUST, Freud.** *What are the types of pressure control valves and how does it work* [Blog] 2022. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://automationforum.co/what-are-the-types-of-pressure-control-valves-and-how-does-it-work/>
2. **BAHCO.** *Llaves ajustables “inglesas” con mango de goma ERGO™, moleta central y mordaza reversible* [En línea] Álava: 2024. [Consulta: 10 enero 2023]. Disponible en: https://www.bahco.com/ec_es/llaves-ajustables--inglesas--con-mango-de-goma-ergotm--moleta-central-y-mordaza-reversible-pb_90pc_.html
3. **BAHCO.** *Llaves combinadas acodadas métricas con acabado cromado.* [En línea] Álava: 2024. [Consulta: 10 enero 2023]. Disponible en: https://www.bahco.com/ec_es/llaves-combinadas-acodadas-metricas-con-acabado-cromado-pb_1952m_.html
4. **BALLESTEROS MORA, Henry.** Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Re-Ingenierías SAS utilizada para los proyectos de construcción de servicios de obras civiles e industriales, ubicada en Ocaña-Norte de Santander. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería. San José de Cúcuta - Colombia. 2019. [Consulta: 24 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/1043>
5. **BRAVO MOROCHO, Víctor David & CASTILLO CÁRDENAS, Edison Marcelo.** Diseño y construcción de una máquina de desgaste acelerado para homologación de maquinaria agrícola en motocultores para suelos típicos de la región centro del Ecuador: caso de estudio aspas del motocultor. YTO DF-151. 2017. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría). Universidad Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito- Ecuador. 2017. [Consulta: 24 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17119/1/CD-7686.pdf>
6. **CAT.** *Complete Guide to Construction Equipment Hydraulic Systems* | gregorypoole. [Blog] Illinois: 2022. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.gregorypoole.com/complete-guide-to-construction-equipment-hydraulic-systems/>
7. **CENTRAL STATES INDUSTRIAL.** *What is Pressure Drop?* [Blog] Springfield: 2022. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.csidesigns.com/blog/articles/what-is-pressure-drop-and-how-does-it-affect-your-processing-system>

8. **CHÁVEZ ALARCÓN, Cristian Geovanny & MARTÍNEZ BEJARANO, Jeferson Stalin.** Implementación de un banco de pruebas para el control de sistemas oleohidráulicos en el laboratorio de control y manipulación automática de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento. [En línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica. Carrera de Ingeniería de Mantenimiento. Riobamba – Ecuador. 2019. [Consulta: 24 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13541>
9. **CHIBIN MACHINE.** *Conectores macho de ajuste cónico de 60° BSPP - Conexiones hidráulicas de cono de 60° BSPP.* [Blog] Taiwán: 2024. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.chibin.com/es/product/bs5200-60-degree-cone-swivel-fittings_THMC-SVG.html
10. **COKER, A. K.** “Industrial and Laboratory Reactors – Chemical Reaction Hazards and Process Integration of Reactors.” *Ludwig’s Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* [En Línea], 2015, (Reino Unido). Págs. 1095–1208. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-094242-1.00021-8>
11. **DARTMOUTH.** *Requisitos de EPP en mantenimiento, reparación, construcción y demolición.* [Blog] Baltimore: 2024. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.dartmouth.edu/ehs/essential-info/hazard_ppe4.html
12. **DIN 43459:2016.** Unidad de acoplamiento para conexiones de gas de equipos de alta tensión - Dimensiones, requisitos.
13. **DIXON.** *Manual técnico de especificaciones de torque para acoples hidráulicos.* Chestertown: 2020. [Consulta: 22 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://dixonvalve.com/en/home>
14. **ENGINEEREXCEL.** *Can Bernoulli’s Equation be Used for Turbulent Flow?* [Blog] 2024. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://engineerexcel.com/can-bernoullis-equation-be-used-for-turbulent-flow/>
15. **EUROFLEX.** *¿Qué son las mangueras hidráulicas?* [Blog] Bolivia: 2021. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://euroflexcorp.com/que-son-las-mangueras-hidraulicas/>
16. **FABRAZI.** *Hydraulic Valve - Hydraulic Automotive.* [Blog] Karatay: 2021. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.fabrazi.com/es/categoria-producto/valve/>
17. **GENERAL SAFETY.** *Protección de Pies Archivos - General Safety El Salvador* [Blog] El Salvador: 2024. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://generalsafety.com.sv/product-category/proteccion-de-pies/>

18. **GRAINGER.** *Extruded Street Tee: Brass, 3/8 in x 3/8 in x 3/8 in Fitting Pipe Size, Class 150, 10 PK.* [En línea] China: 2024. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.grainger.com/category/pipe-hose-tube-fittings/pipe-pipe-fittings/standard-pipe-pipe-fittings/brass-bronze-pipe-systems/threaded-brass-bronze-pipe-fittings>
19. **GRAINGER.** *Hydraulic Hose Adapter: 1/4 in x 3/8 in Fitting Size, Male x Male, NPT x JIC, Rigid, straight.* [En línea] China: 2023. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.grainger.com/category/pipe-hose-tube-fittings/hose-hose-fittings-hose-reels/hose-fittings-couplings/hydraulic-hose-fittings-couplings/hydraulic-hose-adapters/316-stainless-steel-hydraulic-hose-adapters>
20. **GRAINGER.** *PIC GAUGES Industrial Pressure Gauge: 0 to 5,000 psi, 2 1/2 in Dial, Liquid-Filled, 1/4 in NPT Male.* [En línea] China: 2024. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.grainger.com/category/test-instruments/pressure-vacuum-measurement/pressure-vacuum-gauges/industrial-process-pressure-gauges/dial-industrial-pressure-gauges>
21. **GUAMANQUISPE TOASA, Jorge Patricio & VARGAS ÁLAVA, Carlos Patricio.** Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica. Ambato- Ecuador. 2013. [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/6511>
22. **HAWE HYDRAULIK.** *Válvulas hidráulicas* [Blog] 2024. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.hawe.com/es-es/productos/busqueda-de-productos-por-tipos-de-aparato/valvulas-hidraulicas/>
23. **HIDRONEUMATIC.** *Acoples Hidráulicos Rápidos* [Blog] Cuenca: 2019. [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://hidroneumatic.com.ec/producto/acoples-hidraulicos-rapidos/>
24. **INDUSTRIAS S. A.** *Hembra R2 JIC Recta 2 * 2.1/2* [Blog] Bogotá: 2022 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.impoexportindustrial.com/product/hembra-r2-jic-recta-2-2-1-2/>
25. **IRIGARAY.** *BAHCO 6M-18-19 Llave Fija Boca Abierta 18*19 MM* [En línea] 2024 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://ferreteriairigaray.com/comprar/bahco-6m-18-19-llave-fija-boca-abierta-1819-mm/>

26. **JHOISTWINCH.** *Hydraulic Elements New Generation Heavy-Duty winches* [En Línea] 2024. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.djhoistwinch.com/electric-winch/?gclid=Cj0KCQiA5rGuBhCnARIsAN11vgRkhZBw_SVITTA6etrk8ml-OZLKVmpIx5SxQ2gBXufa5IKCp2bTPowaAti0EALw_wcB
27. **KETAVALVE.** *Keta valve manufacture.* [Blog] China: 2023 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://ketavalve.com/>
28. **MACÍAS MUENTES, Tatiana Stefanía & PARRALES CÁRDENA, María Cristina.** (2017). “Análisis de las principales normativas de elementos de protección personal y su influencia en el mercado ecuatoriano.” *Res Non Verba.* [En línea], 2017, vol. 7(2), págs. 171-187. [Consulta: 8 diciembre 2023]. ISSN: 1390-6968. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no2/11.pdf>
29. **MALDONADO RÍOS Héctor Gonzalo & SALINAS LEÓN, Washington Edmundo.** Diseño y construcción de un banco de pruebas para cuerpos de válvulas de transmisiones automáticas modelo F4A41, F4A51, F5A51. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz. Cuenca- Ecuador. 2013. [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6525/1/UPS-CT003148.pdf>
30. *Manual de Oleohidráulica Industrial.* [En línea] 2018 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/17351410/manual_de_oleohidraulica
31. **MARTÍNEZ SALAZAR, Gerson.** *Hidráulica Aplicada A Maquinaria Pesada* [En línea] 2020. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/461937618/Hidraulica-Aplicada-a-Maquinaria-Pesada>
32. **MOSCOSO CAMPOVERDE, Adolfo Vicente & ORDÓÑEZ TROYA, Luis Sebastián.** Principios de funcionamiento de sistemas oleohidráulicos en maquinaria pesada. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad de Azuay. Escuela de Ingeniería de Mecánica Automotriz. Cuenca – Ecuador. 2022. [Consulta: 24 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11604/1/17134.pdf>
33. **OPENSTAX.** *Pascal's Principle and Hydraulics.* [Blog] Estados Unidos: 2016 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/WindTunnel/Activities/Pascals_principle.html
34. **PAHUSA.** *Adaptador Recto Parker de Acero Macho NPT de 3/8 pulg. X Hembra extremo cónico 24 de 12mm Serie ligera.* [En línea] México: 2020 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://pahusa.com/products/adaptador-recto-parker-de-acero-macho-npt-de-3-8-18-x-hembra-extremo-conico-24-de-12mm-serie-ligera>

C3%B3n/r4yrEW9Jhe0C?hl=es&gbpv=1&dq=metodo+inductivo&pg=PA29&printsec=frontcover

43. **SAMANCTA**. *Protección respiratoria Salud y seguridad*. [En línea] 2021 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/ES/Safety/RespiratoryProtection_ES.htm
44. **SINOPULSE**. *Manguera hidráulica GR1SN (SAE 100R1AT / 1SN)* [En línea] China: 2023 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.sinopulse.cn/es/sae-100r1at/>
45. **SOHIPREN S. A.** *Válvulas Oleohidráulicas* [Blog] Córdoba- Argentina: 2024 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://sohipren.com/es/12-valvulas>
46. **SOLUTION SERVICES**. *Protector Auditivo Howard Leight Thunder T1 Model Vincha*. [En línea] Argentina: 2023 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://solutionservices.com.ar/product/protector-auditivo-howard-leight-thunder-t1-modelo-vincha/>
47. **TCI EL SALVADOR**. *LOCTITE 271 Resistencia Alta* [Blog] El Salvador: 2023 [Consulta: 28 diciembre 2023]. Disponible en: <https://tcielsalvador.com/producto/loctite-271-resistencia-alta/>
48. **TECTUL**. *B100 - Codo Bronce*. [Blog] 2017 [Consulta: 28 noviembre 2023]. Disponible en: <https://tectul.com/es/productos/b100-codo-bronce>
49. **TOTAL, ESPAÑA SAU**. *Total Rubia Optima FE 1100 10W-30*. [En línea] Madrid: 2019 [Consulta: 18 diciembre 2023]. Disponible en: <https://oilsuper.com.ec/wp-content/uploads/2020/07/TOTAL-RUBIA-OPTIMA-1100-FE-10W30-Ing-2019.pdf>
50. **ULA ONLINE**. *Investigación Exploratoria Fundamentos básicos*. [En línea] México: Universidad Latinoamericana, 2017 [Consulta: 28 noviembre 2023]. Disponible en: https://practicasprofesionales.ula.edu.mx/documentos/ULAONLINE/Maestria/MAN/HRM558/Publicaci%C3%B3n/Semana_3/Estudiante/HRM558_S3_E_Inv_explo.pdf
51. **VARAS, Edmundo**. *Un repaso a la historia de las válvulas - GRM Válvulas e instrumentación*. [Blog] Barcelona: 2023. [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.grm.com.es/es/project/un-repaso-a-la-historia-de-las-valvulas/>
52. **WORKPLACE**. *OSHA 1910.138: Hand Protection*. [Blog] Estelo Florida: 2023 [Consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.workplacepub.com/stay-in-compliance/osha-1910-138-hand-protection-2/>
53. **XCD Hydraulic Fitting**. *Conector de manguera hidráulica SAE de doble hexágono hembra de asiento cónico de 74* [En línea] China: 2021 [Consulta: 28 noviembre 2023]. Disponible en: <https://es.hydraulicadaptor.com/jic-hydraulic-hose-fitting-26711d-sm/>

54. **29 CFR 1910.133.** *Eye and face protection.*

55. **29 CFR 1910.136.** *Foot protection.*

ANEXOS

ANEXO A: IMPLEMENTACIÓN Y MUESTRA DE MANÓMETROS.



ANEXO B: PRUEBAS CON EL GRUPO DE VÁLVULAS OLEO HIDRÁULICAS IMPLEMENTADAS.



ANEXO C: PRUEBAS CON EL SISTEMA DE MEDICIÓN IMPLEMENTADO EN EL BANCO DE PRUEBAS DE GRUPO DE VÁLVULAS OLEO HIDRÁULICAS.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 26 / 07 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: VICTOR JHONNATHAN PEÑAFIEL ROJAS GUIDO ROBINSON TOAQUIZA MASAPANTA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
Título a optar: INGENIERO AUTOMOTRIZ
 Ing. Víctor David Bravo Morochó Director del Trabajo de Titulación
 Ing. Edgar Fabian Sánchez Carrión Asesor del Trabajo de Titulación

