



ADECUACIÓN DE BANCO HIDRÁULICO PARA PRUEBAS DE FUERZA, POTENCIA Y RESISTENCIA

SANTIAGO VALLEJO GONZÁLEZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLIN - COLOMBIA**

2022

Adecuación de banco hidráulico para pruebas de fuerza, potencia y resistencia

Santiago Vallejo González

Trabajo de grado en modalidad investigación, presentado como requisito parcial para optar al título de:

Tecnólogo en mecánica industrial

Director (a):

Ing. Anderson Gallego Montoya MEng

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación GIEN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN - COLOMBIA

2022

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen.....	11
Introducción.....	12
1. Marco Teórico.....	15
1.1 Hidráulica.....	15
1.1.1 Mecanismos hidráulicos.....	16
1.2 Sistemas hidráulicos.....	17
1.3. Bancos hidráulicos.....	18
1.3.1. Bombas hidráulicas.....	21
1.3.2. Deposito o tanque hidráulico.....	23
1.3.3. Filtros.....	26
1.3.4. Cilindro actuador.....	30
1.3.5. Válvulas.....	33
1.3.6. Fluidos hidráulicos.....	36
1.4. Presión en los fluidos.....	38
1.5. Fuerza en los fluidos.....	39
2. Metodología.....	40

2.1. Condiciones iniciales del banco.....	40
2.2. Propuesta del diseño del banco hidráulico.....	42
2.3. Soporte para mangueras.....	43
2.4. Diseño del panel de sujeción de elementos hidráulicos.....	44
2.5. Fabricación de compartimiento para tableros de control.....	44
2.6. Fabricación y montaje de soporte para bombas.....	49
2.7. Fabricación de panel de ensamble para ensayos de levantamiento	
Peso.....	51
2.8. Instalación de ruedas para estructura.....	52
2.9. Pintura de estructura.....	53
3. Resultados.....	54
3.2. Diseños planos para módulo.....	54
3.3. Panel de ensamble para ensayos de levantamiento de peso.....	58
3.4. Compartimiento para tableros de control.....	60
3.5. Ensamble de piezas de módulo.....	60
3.4.1. Soporte de acople para tubería o mangueras hidráulicos.....	63
3.4.2. Desplazamiento del módulo.....	64
3.4.3 Proceso finalizado del módulo instalado.....	65

4. Conclusiones y recomendaciones.....	67
4.1. Conclusiones.....	67
4.2. Recomendaciones.....	67
5. Bibliografía.....	69
6. Anexos.....	72
1. Identificación.....	72
2. Competencias.....	72
3. Descripción de la practica.....	72
4. Recursos requeridos para la realización de la práctica.....	73
5. Objetivos.....	74
• Objetivos específicos.....	74
6. Cuestionario.....	74
7. Procedimiento para el desarrollo de la práctica.....	74
8. Parámetros para la elaboración del informe.....	76
9. Bibliografía.....	77

Lista de imágenes

	pág.
Imagen 1.1. Cilindro hidráulico.....	17
Imagen 1.2. Banco hidráulico didáctico.....	19
Imagen 1.3. Accesorios de un banco didáctico.....	20
Imagen 1.4. Accesorios de un banco didáctico	21
Imagen 1.5. Bomba de paletas.....	22
Imagen 1.6. Bomba de engranaje.....	23
Imagen 1.7. Bomba de pistones.....	23
Imagen 1.8. Bomba no regulable.....	24
Imagen 1.9. Tanque hidráulico.....	25
Imagen 2. Tanque presurizado y tanque ventilado.....	26
Imagen 2.1. Esquema y símbolo de un filtro.....	27
Imagen 2.2. Filtro de aspiración.....	28
Imagen 2.3. Filtrado de retorno.....	28
Imagen 2.4. Filtrado de impulsión.....	29
Imagen 2.5. Filtrado en circuito independiente.....	29
Imagen 2.6. Cilindro doble efecto.....	31
Imagen 2.7. Cilindro simple efecto.....	31

Imagen 2.8. Amortiguamiento del cilindro en el final de su carrera.....	32
Imagen 2.9. Partes de una válvula hidráulica.....	34
Imagen 3. Banco hidráulico en condiciones iniciales.....	41
Imagen 3.1. Diseño final del módulo.....	43
Imagen 3.2. Diseño de porta mangueras.....	43
Imagen 3.3. Ubicación del soporte de mangueras al módulo.....	43
Imagen 3.4. Diseño del panel.....	44
Imagen 3.5. Tablero de control.....	45
Imagen 3.6. Compartimiento anterior al módulo.....	45
Imagen 3.7. Medida para las perforaciones en el ángulo.....	46
Imagen 3.8. Medida de separación entre tableros de control.....	47
Imagen 3.9. Compartimiento nuevo presentado inicial.....	48
Imagen 4. Compartimiento tableros de control terminado.....	48
Imagen 4.1. Posición inicial de las bombas.....	49
Imagen 4.2. Platina instalada para soportar bombas.....	50
Imagen 4.3. Posición final de las bombas.....	51
Imagen 4.4. Proceso de soldadura de las ruedas.....	52
Imagen 4.5. Proceso de soldadura de ruedas en platina.....	53
Imagen 4.6. Proceso de aplicación de pintura electrostática.....	53
Imagen 4.7. Plano del módulo en general para su entrega.....	55

Imagen 4.8. Plano del chasis del módulo.....	56
Imagen 4.9. Plano de compartimientos para guardar elementos.....	57
Imagen 5. Panel de ensamble para levantamiento de pesos.....	58
Imagen 5.1. Cilindro hidráulico doble efecto.....	59
Imagen 5.2. Compartimiento ya instalado.....	60
Imagen 5.3. Perforación de panel de ensamble.....	61
Imagen 5.4. Instalación de tuerca remache.....	62
Imagen 5.5. Panel de ensamble instalado al chasis.....	62
Imagen 5.6. Prueba de montaje de soporte para mangueras.....	63
Imagen 5.7, Soporte de acoples para manguera.....	64
Imagen 5.8. Ruedas instaladas para desplazamiento del módulo.....	65
Imagen 5.9. Resultado final del módulo instalado en su totalidad.....	66
Imagen 6 Esquema de distribución hidráulica.....	75

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Tipos de sistemas hidráulicos.....	26
Tabla 2. Grados de filtración y posiciones para filtros.....	30
Tabla 3. Calculo de la longitud libre de pandeo, L.....	33
Tabla 4. Grados de viscosidad cinemática.....	38

AGRADECIMIENTOS

En esta etapa de mi vida y mi carrera profesional agradezco principalmente a mis padres por su apoyo incondicional al brindarme los recursos necesarios para poder finalizar un logro más y su motivación para continuar superándome cada día en las metas propuestas. Agradezco también a mis hermanas por toda la paciencia y sus consejos y al tutor por su acompañamiento y el aporte de sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en conjunto con estudiantes de ingeniería mecánica, donde se realizó una inspección visual del estado de un banco hidráulico de la Institución Universitaria Pascual Bravo, el cual está presente en el laboratorio de hidráulica y neumática. Dicha inspección evidenció que, este módulo estaba en mal estado y apremiaba la necesidad de reformarlo y adecuarlo para mejorar su funcionamiento y consecuentemente la calidad de las prácticas realizadas allí.

Las adecuaciones que se realizaron se resumen como la reorganización de la estructura y sus espacios, así mismo, se distribuyeron elementos como los sistemas eléctricos, las bombas, mangueras, válvulas, tanques de aceite, y demás elementos. Este diseño y su acondicionamiento se realizaron con base en la información de proveedores, de bancos hidráulicos montados en universidades de Medellín y documentos académicos existentes alrededor del tema.

Como resultados generales, se logró obtener la modificación del banco hidráulico mediante la intervención en su estructura y la fabricación de piezas nuevas. Así mismo, se realizó la adquisición de nuevos implementos como un cilindro hidráulico y un módulo de fuerza con lo que se logró entregar una guía de laboratorio para su uso.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los programas de ingeniería y tecnología en mecánica industrial se contempla el uso de módulos de trabajo como herramienta de enseñanza y estudio, -esto ayuda a los estudiantes de la institución a avanzar en el aprendizaje y así tener de primera mano elementos didácticos que apoyan la interacción con elementos que se van a encontrar a nivel laboral, lo cual hace que se fomente la calidad en el aprendizaje del futuro profesional.

Este trabajo parte de la necesidad de mejora que requería uno de los módulos de trabajo del laboratorio de hidráulica para realizar, de una forma efectiva y sencilla, prácticas acordes a lo aprendido en las clases teóricas de hidráulica y neumática, específicamente en la enseñanza de la hidráulica práctica. Esto se presentaba debido al estado inicial del equipo, donde se apreciaban fallos en la disposición de elementos, poco ahorro de espacio, dificultad de acceso y poca disponibilidad para el posicionamiento de sistemas de mando y control hidráulicos.

En un trabajo similar Álvaro Gil (2015) realizó el diseño y mejora de un banco hidráulico para ejecutar pruebas aplicando lo aprendido en sus respectivas clases. Por otra parte, Carlos Azael Álvarez (2004) construyó un banco hidráulico para comprobar accesorios y componentes hidráulicos con alta y baja presión, este operaba de manera sencilla y constituía una mejora en el modo de transporte. Como resultados obtuvieron una reducción de costos para la universidad, planeación detalla para su construcción como materiales y accesorios además de la creación de manuales de uso donde describe procedimientos, el mantenimiento general, medidas de seguridad y recomendaciones. La construcción y adecuación de bancos hidráulicos han sido de gran ayuda e importancia en el área

mecánica, ya que, nos permite innovar nuestros propios recursos para una mejor calidad de enseñanza y experiencia profesional.

En este trabajo se realizó la repotenciación, el reacondicionamiento y el diseño del banco hidráulico modificando su estructura para realizar prácticas en el laboratorio consecuentes a lo que se aprende en las clases teóricas aplicando no solo para estudiantes universitarios si no también estudiantes de bachillerato. También, teniendo en cuenta la adquisición de un cilindro hidráulico y la construcción de un módulo de fuerza para que, con ello, se diseñara una guía de laboratorio para pruebas que se pueden realizar con dicho cilindro. Como consecuencia, se amplió de una forma positiva el número de pruebas que se pueden realizar en el laboratorio y en la asignatura en mención.

Finalmente, con el trabajo se pudieron cumplir los objetivos que se describen a continuación.

Objetivos

General

Adecuar un banco de pruebas hidráulico en la Institución Universitaria Pascual Bravo que facilite plenamente la realización de pruebas de fuerza, potencia y resistencia.

Específicos

- Modificar y mejorar la estructura de un banco hidráulico presente en la Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Evaluar la instalación de un cilindro hidráulico adecuado para prácticas de laboratorio relacionadas a la fuerza, potencia y resistencia de los sistemas hidráulicos.
- Diseñar una guía de laboratorio relacionada con pruebas y ensayos dentro de la asignatura hidráulica y neumática.

1. MARCO TEÓRICO

En este punto se desarrolla una serie de conceptos y definiciones basados en textos, artículos, documentos que ayudan a precisar y justificar lo realizado en el proyecto de grado enfocado específicamente en la materia de hidráulica del programa de tecnología en mecánica industrial.

1.1 Hidráulica.

Como definición de hidráulica tenemos que, es una rama de la física que estudia las propiedades de los fluidos y el comportamiento en sus diferentes aplicaciones. También se entiende por hidráulica como la tecnología que nos permite construir máquinas, dispositivos y herramientas que realizan esfuerzos y movimientos que funcionan con líquidos.

Esta rama de la ciencia se divide, principalmente, en dos estudios: la hidrostática y la hidrodinámica. La hidrostática se encarga de estudiar los fluidos en reposo y la hidrodinámica estudia los fluidos en movimiento.

La hidráulica tiene varias aplicaciones, sin embargo, existen dos de las más importantes, las cuales son, el diseño de activadores y prensas, utilizando el principio de pascal que consta en que la presión aplicada en un fluido va a ser igual en cada punto del mismo.

Para diseñar y construir estos dispositivos hidráulicos se deben tener conceptos claros y que son inherentes para la hidráulica los cuales son:

- Fluido
- Volumen
- Viscosidad
- Densidad

- Tensión superficial
- Presión

El principio de Arquímedes es también un punto importante en la hidráulica, el cual afirma que: “un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja”. (De Ángel Hernández, 2014)

1.1.1 Mecanismos Hidráulicos.

Según varias definiciones se entiende por mecanismo hidráulico a un dispositivo que utiliza un fluido bajo presión para generar potencia mecánica; originalmente, el fluido principal era el agua que se bombeaba por medio de máquinas de vapor pero al pasar los años se modificó el sistema original buscando otros fluidos con propiedades mecánicas, también se modificó la maquinaria sustituyendo la máquina de vapor por un motor eléctrico y el fluido (que era agua) por aceite que, en teoría, si se utiliza este fluido que es diferente al agua debería llamarse mecanismos oleo hidráulicos. Los mecanismos hidráulicos están compuestos por 3 partes:

- Generador de energía hidráulica.
- Dispositivos o actuadores transformadores de la energía hidráulica en mecánica.
- Órganos de unión como los son los: racores, filtros, válvulas, tubería, reguladores, etc.

Como ejemplo claro de un mecanismo hidráulico se puede tomar por base el cilindro hidráulico el cual por medio de un vástago y la presión del fluido obtienen recorridos de avance y retroceso en movimiento lineal. En la imagen 1.1 podemos observar un cilindro hidráulico y sus partes (Bautista, 2015).

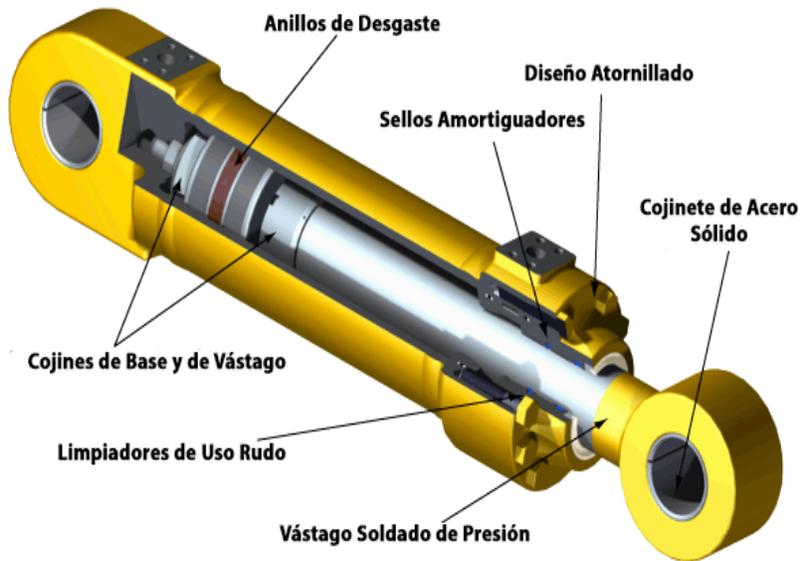


Imagen 1.1 Cilindro hidráulico.

1.2. Sistemas hidráulicos.

Según el principio de la ley de Pascal un sistema hidráulico funciona porque la presión ejercida en un fluido encerrado es uniforme en todos los sentidos. Basados en esto se determina que un sistema hidráulico es la aplicación de un fluido bajo presión para mover mecanismos hidráulicos en sistemas cerrados. Por otro lado, se plantea que en “un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido” (Bernoulli, 1738).

Los sistemas hidráulicos sirven para potenciar las máquinas y todos están compuestos por elementos principales como lo son:

- Bombas.
- Actuadores.

- Filtros.
- Depósito de aceite.
- Válvula de control.
- Manómetros de presión.
- Válvula de alivio o seguridad.
- Fluidos hidráulicos.

La ventaja de utilizar sistemas hidráulicos es aprovechar la energía generada por dicho sistema para transmitir grandes cantidades de fuerza y facilitar la precisión en maniobras de máquinas y su respectivo reglaje. También hay que tener presente que por manejar grandes cantidades de presión hay una gran probabilidad de accidentes esto debido a que maneja grandes cantidades de presión debido a el fluido empleado en el sistema. Para esto se debe cuidar, revisar y realizar su respectivo mantenimiento periódicamente a los equipos verificando que todos se encuentren en excelente estado.

1.3. Bancos hidráulicos.

Los bancos hidráulicos son mesas de trabajo diseñadas especialmente para facilitar aprendizajes y prácticas relacionadas al sistema hidráulico. En un laboratorio es usado para la realización de experimentos donde convergen lo teórico y la práctica.

Este tipo de herramienta móvil es utilizado para adecuar diversos módulos suficientes que permiten examinar y experimentar sobre los problemas que se pueden advertir desde la mecánica de fluidos.

En la industria actual hay varios fabricantes de bancos hidráulicos como lo son FESTO, AeroExpo, Oleohidráulica Verion, entre otros. Estas empresas se dedican a desarrollar equipos para laboratorios para la aplicación e implementación de elementos hidráulicos.

Gracias a la gran experiencia de estos fabricantes o proveedores de módulos, los diseños son mucho más fáciles, cómodos y flexibles, optimizando espacios y facilitando la movilidad al transportarlos, favoreciendo así, la posibilidad de trabajar en grupos, individualmente o uniendo las estaciones de trabajo en un mismo módulo. La variedad en los diseños también se observa en los cajones, donde se van aprovechando los espacios y se tiene la disponibilidad de los accesorios y herramientas para llevar a cabo las diferentes pruebas o ensayos vistas en clases o experimentos a comprobar.

En la imagen 1.1, se puede observar las características antes mencionadas correspondientes a un banco hidráulico didáctico.



Imagen 1.2 Banco hidráulico didáctico.

Como se puede apreciar en la imagen 1.2, el banco cuenta con una buena estructura, flexible y cómoda al transportar, cuenta con su respectivo panel y tablero de control que facilita y da comodidades para los usuarios.

El siguiente listado resalta algunas características de un banco hidráulico fabricado por la empresa Hidráulica & Neumática:

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

En las imágenes 1.3 y 1.4 se pueden apreciar algunos de los elementos que contiene un banco hidráulico.

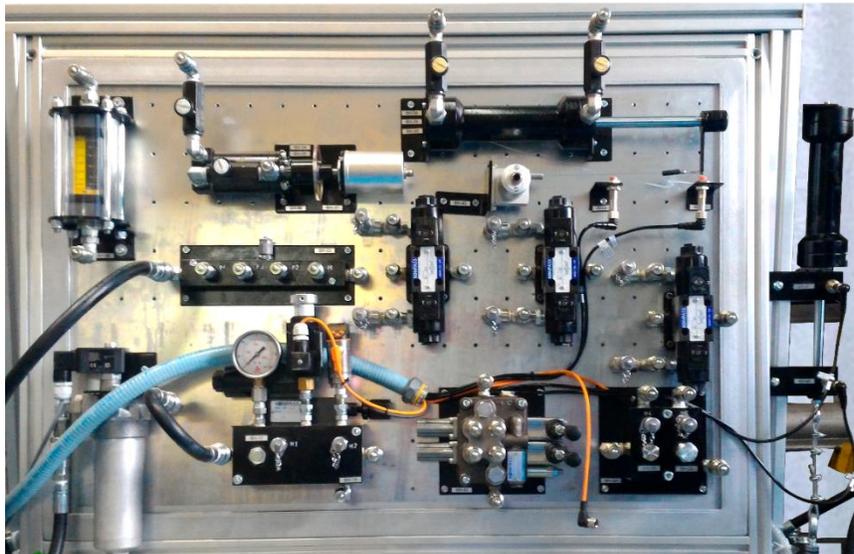


Imagen 1.3 Accesorios de un banco didáctico

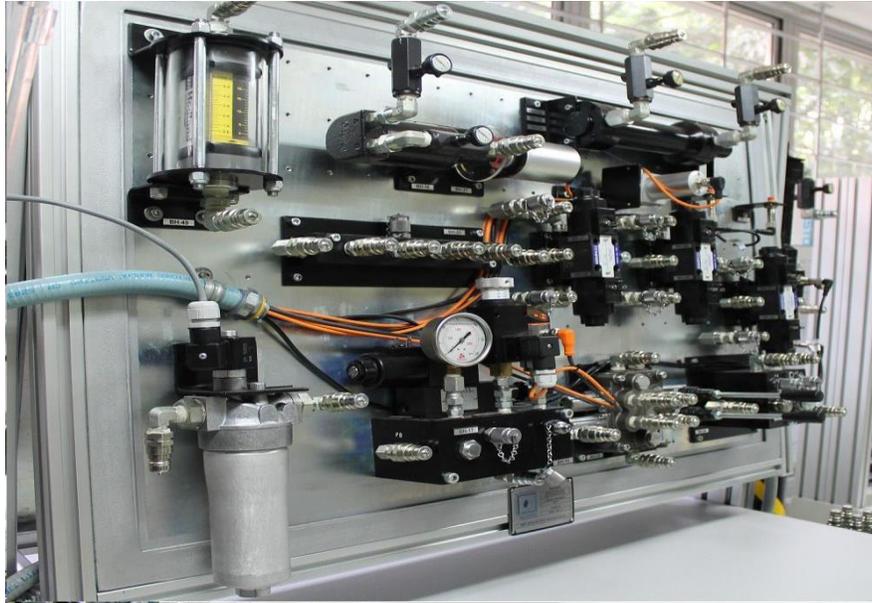


Imagen 1.4. Accesorios de un banco didáctico

Los accesorios en un banco hidráulico pueden variar según el criterio y necesidad del cliente o recursos de la institución, los más comunes son:

- Válvulas (dependiendo del ensayo o la aplicación se determina la válvula a utilizar).
- Motores hidráulicos.
- Manómetros.
- Filtros.
- Mangueras.
- Cilindros hidráulicos.
- Acoples rápidos anti-fuga.

1.3.1. Bombas hidráulicas.

Las bombas hidráulicas son las que, dependiendo del uso o el equipo al cuál este destinado, genera el flujo del fluido dentro del sistema y dependiendo de las características se define su respectivo caudal y presión para la instalación. Su función es convertir la energía

mecánica en energía hidráulica por lo cual toma el fluido del tanque o depósito de aceite generando un vacío en la entrada de la bomba donde la presión atmosférica más alta empuja y envía el flujo al sistema. La bomba sólo genera el flujo del fluido, la presión se produce por resistencia de este mismo. Hay dos tipos de bombas las cuales son:

- Bombas regulables: son aquellas que, entre sus componentes tiene un menor espacio, lo cual permite reducir las fugas que se puedan presentar y genera una mayor resistencia a las altas presiones. Se pueden clasificar según el flujo de salida y su tipo de diseño y su capacidad nominal y se expresa de dos formas, la primera es la presión de operación máxima del sistema con la cual la bomba sea diseñada y la otra es la salida específica suministrada.

Hay tres tipos de bombas regulables: de paletas (que pueden ser balanceadas y no balanceadas, imagen 1.5), de engranajes (imagen 1.6) y de pistones (imagen 1.7).

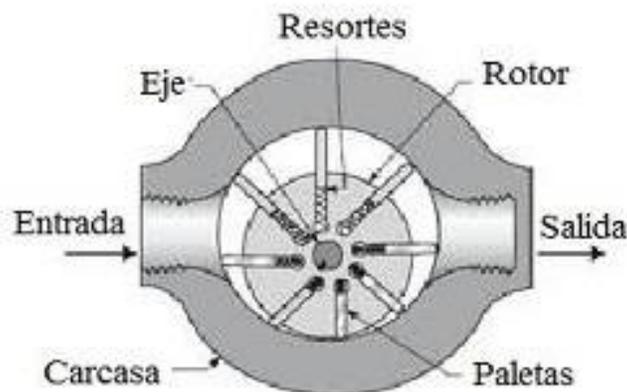


Imagen 1.5 Bomba de paletas.

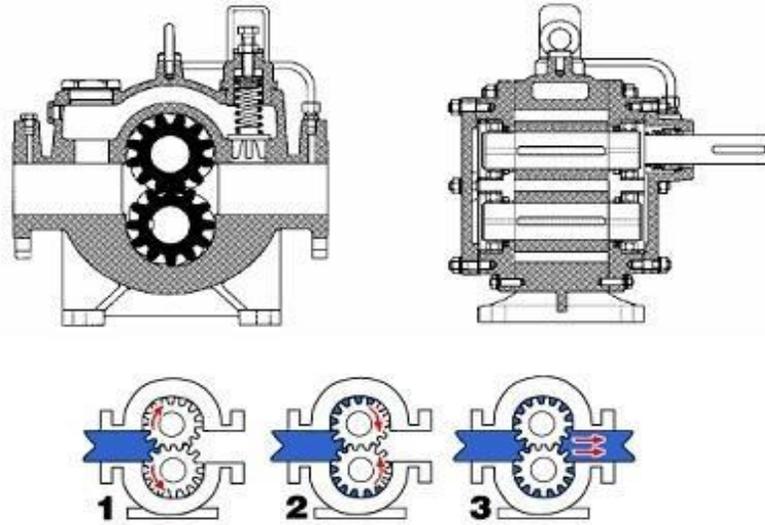


Imagen 1.6 Bomba de engranaje

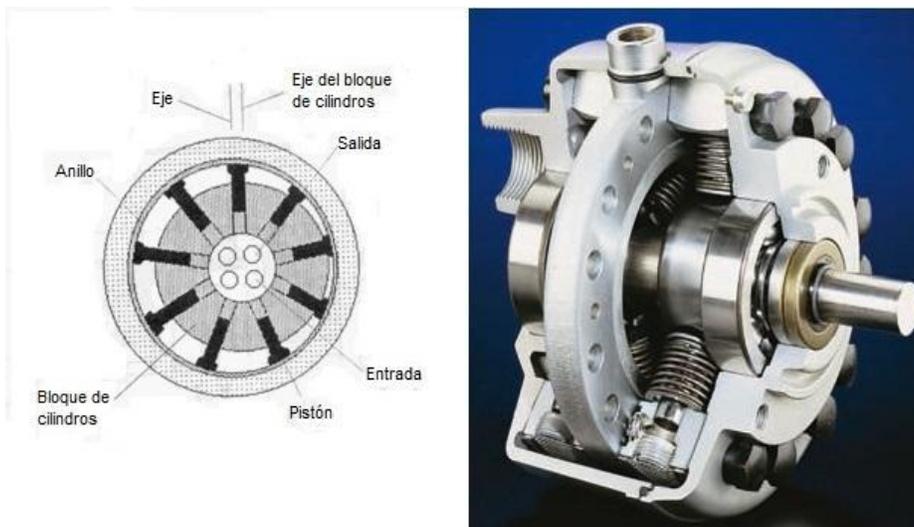


Imagen 1.7 Bomba de pistones.

- Bombas no regulables: son aquellas que, por el contrario, entre sus componentes tiene un mayor espacio entre sus componentes; debido a esto, su rendimiento no es tan bueno como el de las bombas regulables porque debido a que tiene mayor espacio entre piezas permite que a mayor presión menor el flujo de salida de la

bomba y por lo tanto se utilizan en sistemas con una presión menor. En la imagen 1.8 podemos observar una bomba no regulable.

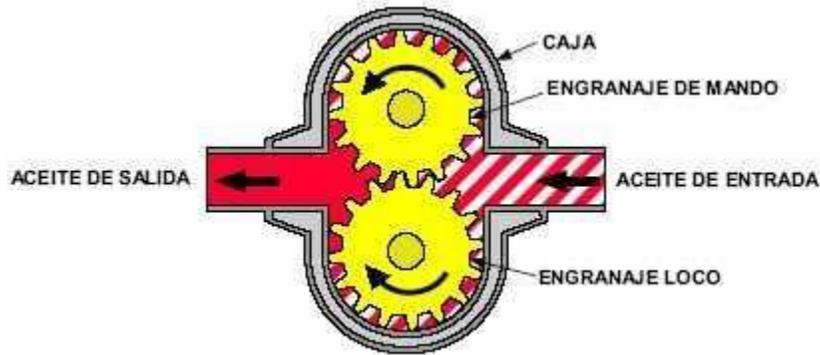


Imagen 1.8 Bomba no regulable.

1.3.2. Depósito o tanque hidráulico.

El depósito o tanque hidráulico es el dispositivo utilizado para realizar el llenado y vaciado del aceite permitiendo la circulación en los sistemas hidráulicos; este también sirve como refrigerante para el aceite porque sirve como elemento disipador de calor por medio de sus paredes, siempre y cuando el aceite repose en el tanque uno o dos minutos. Las dimensiones del tanque y la capacidad de este, entendiendo por capacidad a l/min (litros por minutos), se determinan las bombas y los sistemas hidráulicos a utilizar.

Para aumentar el tiempo de vida útil del aceite dentro del tanque se ponen unos deflectores que sirven para ayudar a la circulación del flujo del aceite dentro del tanque, también para dejar las partículas contaminantes que puedan contraer en el recorrido del aceite al tanque.

Hay dos tipos de depósitos o tanques hidráulicos los cuales son:

- Tanque hidráulico presurizado: es un tanque totalmente sellado; estos tienen una válvula de alivio como elemento de prevención por la posibilidad de excesos de

presión que puedan exceder la seguridad del tanque, también evita que se genere cavitación dentro del mismo por la temperatura que logra alcanzar gracias a la presión interna que se genera a medida que se calienta el fluido.

- Tanque hidráulico ventilados: estos, a diferencia del tanque presurizado, no necesitan válvula de alivio gracias al sistema abierto a la atmósfera por el cual están diseñados; no existe la posibilidad de que existan excesos de presión en el aceite ya que permite que haya una compensación, dado caso de que se presenten cambios de temperatura en sus niveles de aceite.

En las imágenes 1.9 y 2 se muestran los componentes más importantes de un tanque cuando es presurizado y cuando es por ventilación.



Imagen 1.9 Tanque hidráulico

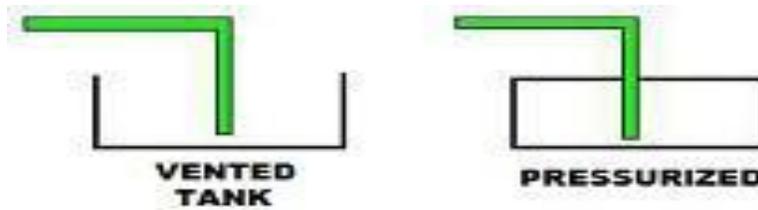


Imagen 2 Tanque presurizado y tanque ventilado.

1.3.3. Filtros

El filtro es un elemento de mucha importancia en los sistemas hidráulicos, ya que, estos son los que evitan que ingresen residuos, suciedades y partículas contaminantes que pueden circular por el funcionamiento constante del mismo sistema afectando o en el peor de los casos, dañando válvulas, rejillas o la misma bomba hidráulica.

En la tabla 1, se recogieron los diferentes o distintos grados de filtración exigidos, según el sistema hidráulico.

Tabla 1. Tipos de sistemas hidráulicos.

Grados de filtración en UM	Tipo de sistemas hidráulicos
1-2	Para sistemas finos en sistemas altamente sensibles con gran fiabilidad, preferentemente en aviación y laboratorios.
2-5	Para sistemas de mando y control sensibles y de alta presión, con aplicaciones frecuentes a la aviación, robots industriales y máquinas y herramientas.
5-10	Para sistemas hidráulicos de alta calidad y fiabilidad, con previsible larga vida útil de sus componentes.
10-20	Para hidráulica general y sistemas hidráulicos móviles, que manejen presiones medianas y tamaños intermedios.

15-25	Para sistemas de baja presión en la industria pesada o para sistemas de vida útil limitada.
20-40	Para sistemas de baja presión con holguras grandes.

En la imagen 2.1, se muestra el esquema y el símbolo de un filtro hidráulico.

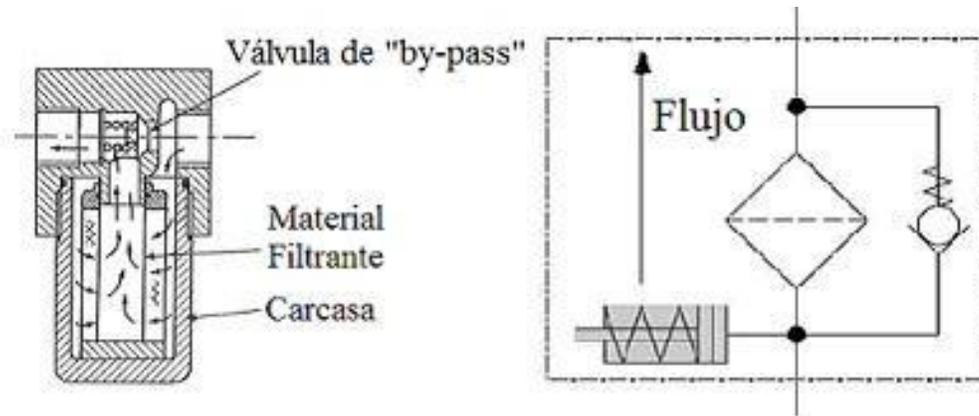


Imagen 2.1 Esquema y símbolo de un filtro.

Los filtros pueden ocupar diferentes posiciones dentro de un circuito hidráulico dependiendo del sistema al cual se le vaya a adecuar, en las imágenes 2.2, 2.3, 2.4 y, 2.5 se muestra sus diferentes puestos de trabajo y como operan dentro de un circuito hidráulico.

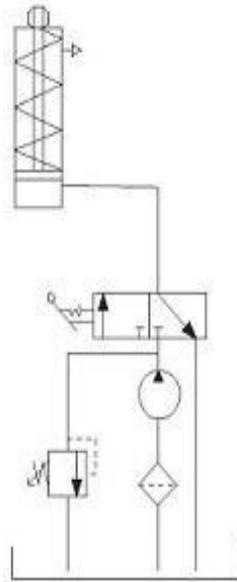


Imagen 2.2 Filtro en aspiración.

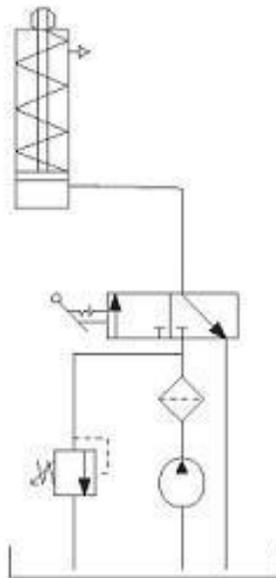


Imagen 2.3 Filtrado en retorno.

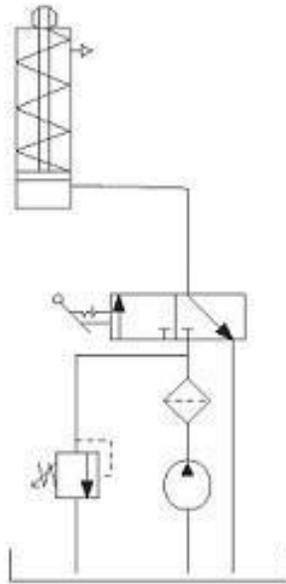


Imagen 2.4 Filtrado en impulsión.

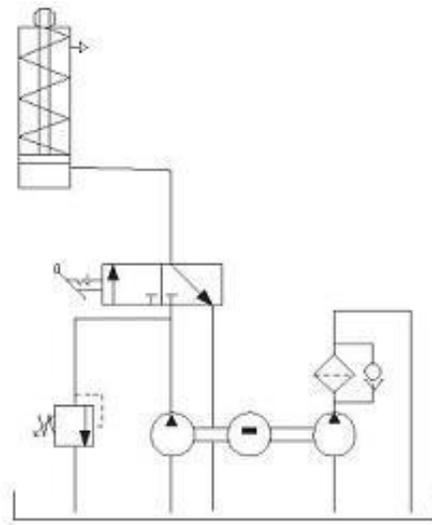


Imagen 2.5 Filtrado en circuito independiente.

En la tabla 2, se indican los grados de filtración y la posición recomendada para situar el filtro, según el tipo de componente o elemento hidráulico considerado.

Tabla 2. Grados de filtración y posición para filtros.

Elemento hidráulico	Posición recomendada del filtro	Grado de filtración en UM
Bomba de émbolos axiales	Línea de retorno y/o línea de presión. Línea de baja presión.	≤25 ≤ 25
Bombas de engranajes y émbolos axiales	Línea de retorno	≤63
Válvulas distribuidoras de presión, de caudal y cierre, cilindros.	Línea de aspiración	≤63
Motores hidráulicos	Línea de retorno	≤25

1.3.4. Cilindro actuador.

El cilindro hidráulico o cilindro actuador es el mecanismo final que se encarga de convertir la energía hidráulica almacenada en el fluido hidráulico en energía mecánica permitiendo que haga movimientos y trabajos de manera lineal; también hay algunos que hacen trabajos rotativos, sin embargo, los más comunes son los lineales, los cuales pueden ser de simple efecto y doble efecto. Los cilindros simple efecto sólo tienen una entrada del fluido al émbolo lo que permite que realice el esfuerzo en un solo sentido dependiendo para la tarea que se requiera, el retroceso se puede conseguir por una fuerza exterior, por una acción de un muelle o por el propio peso del cilindro. Los cilindros doble efecto a diferencia del simple

efecto tienen dos entradas de aceite en el émbolo permitiendo que realice esfuerzos en ambos sentidos.

En las imágenes 2.6 y 2.7 se pueden ver dos cilindros, uno simple efecto y uno doble efecto.

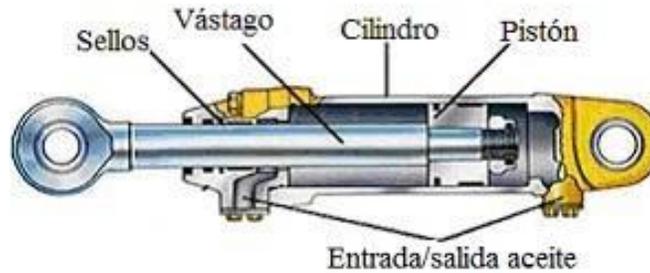


Imagen 2.6 Cilindro de doble efecto.

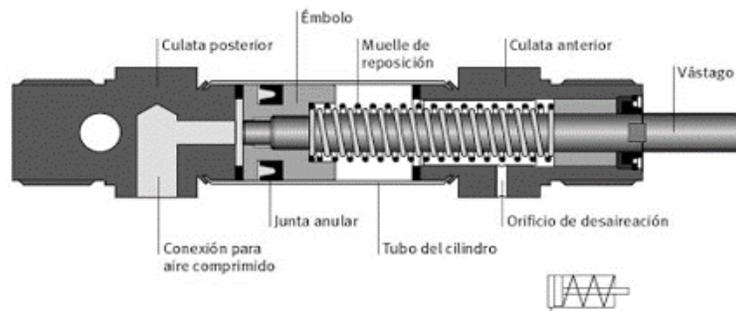


Imagen 2.7 Cilindro de simple efecto.

Los cilindros cuentan con un sistema interno de amortiguamiento que ayuda a frenar el movimiento del vástago al final de su carrera previniendo impactos entre el pistón interior y la tapa del cilindro. Se utiliza este sistema cuando se supera cierta velocidad, la cual está entre 6 m/min y 20 m/min. Este sistema funciona reduciendo la salida del aceite en el caudal hasta que poco antes de llegar lo cierra del todo, por medio de una válvula de estrangulamiento realiza un *bypass* en el flujo donde evacua el restante y así permite que se disminuya la velocidad del aceite progresivamente, como se puede apreciar en la imagen 2.8.

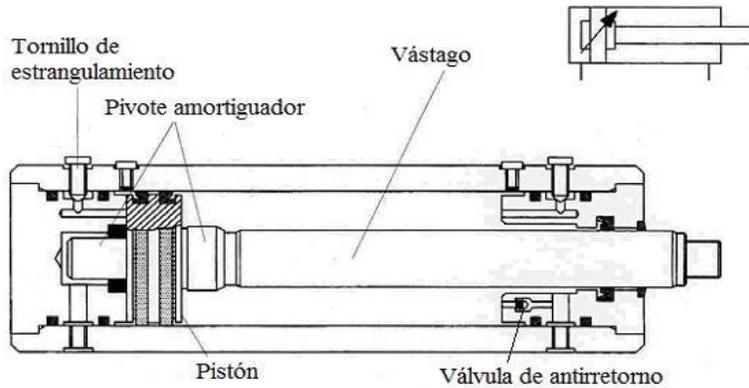


Imagen 2.8 Amortiguamiento del cilindro en el final de su carrera.

Un aspecto importante del cilindro mencionado es que cada parte es importante en su función; como lo es el vástago. El vástago siendo una pieza que constantemente está siendo sometido a diferentes presiones tiene la probabilidad de sufrir el fenómeno de pandeo. Para esto el diámetro del vástago se debe calcular aplicando la teoría de Euler en la cual, para un determinado diámetro (d) del vástago, la fuerza máxima que puede soportar sin que sufra el pandeo es dada por la siguiente expresión:

$$F = \frac{K}{S}$$

Donde S es un factor de seguridad que maneja una constante que es de 3.5 y K es la carga de pandeo en kg, y se calcula mediante:

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

Donde:

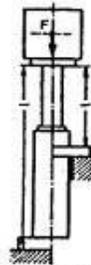
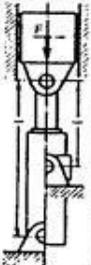
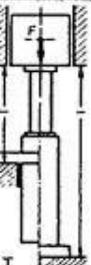
E: Es el módulo de elasticidad, de valor $2,1 \times 10^6$ kg/cm² para el acero.

L: Que es la longitud de pandeo del vástago, que depende del método de sujeción empleado en el montaje.

I : Es el momento de inercia de la sección transversal del vástago de valor $\frac{\pi \cdot d^4}{64}$ para un vástago de sección circular de diámetro (d).

La longitud de pandeo va a depender del método que se haya utilizado al momento del montaje del cilindro, en la tabla 3, se indica cómo se calcula L en función de diferente tipo de montaje.

Tabla 3. Cálculo de la longitud libre de pandeo (Rodríguez, Galbarro; 2022)

Solicitaciones según Euler				
Solicitaciones según Euler	Caso 1	Caso 2 (básico)	Caso 3	Caso 4
	Un extremo libre, un extremo fijo	Dos extremos articulados	Un extremo articulado, un extremo fijo	Dos extremos fijos
Gráfico				
Longitud libre de pandeo	$s_K = 2l$	$s_K = l$	$s_K = l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$	$s_K = \frac{l}{2}$
Situación de montaje del cilindro	 Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T	 Forma de sujeción B, E, G, R, S	 Indicación: Guiado cuidadoso de la carga, posible bloqueo Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T	 Indicación: Desfavorable; gran posibilidad de bloqueo Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T

1.3.5. Válvulas.

Las válvulas son elementos que se utilizan en sistemas hidráulicos y neumáticos, sirven para regular, abrir o cerrar el paso de un fluido permitiendo el control de manera óptima la entrada de dicho fluido y su respectiva presión. Hay una gran variedad de tipos de válvula, nos vamos a centrar en las hidráulicas, como primero están las partes en general de una válvula hidráulica las cuales son:

1. Obturador o disco.
2. Husillo.

3. Asiento.
4. Empaquetadura del eje.
5. Juntas de cierre.
6. Cuerpo y tapa.
7. Extremos.
8. Pernos de unión.
9. Accionamiento.

En la siguiente imagen, se puede apreciar sus respectivas partes, mencionadas anteriormente.

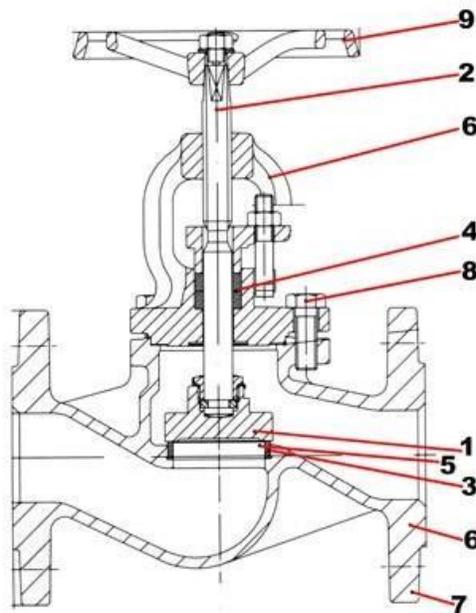


Imagen 2.9 Partes de una válvula hidráulica. Fuente. Zarza (022)

Como se nombró antes, hay diferentes tipos de válvulas las cuales se utilizan de acuerdo con la necesidad en la aplicación de un sistema hidráulico y se clasifican según su función.

Las válvulas distribuidoras, por ejemplo, son aquellas que dirigen el flujo del fluido por el sistema según convenga alimentando a los actuadores u otras válvulas. Existen dos derivados de este tipo de válvula las cuales son:

- Válvula de asiento: permiten que el paso del fluido se abra y se cierre mediante bolas, discos, placas o conos, y se asegura la estanquidad por medio de juntas elásticas.
- Válvulas de corredera: son aquellas, las cuales, por medio de correderas cilíndricas, planas o circulares, permiten que el émbolo se desplace de un lado a otro uniendo o separando conductos.

Las válvulas de cierre o de bloqueo, son válvulas que permiten la circulación del fluido en el sentido contrario del circuito. Hay tres derivadas de este tipo de válvula, que son:

- Válvula anti-retorno: bloquea el paso del fluido en una dirección y permite que pase en el sentido contrario con una pérdida mínima de presión.
- Válvula anti-retorno pilotada: también bloquea el paso del fluido en una dirección, pero sólo en cargas verticales.
- Válvula anti-retorno doble pilotada: son dos válvulas anti-retorno pilotadas e instaladas en un mismo bloque que sirven para bloquear en cualquier sentido de un cilindro doble efecto, estas válvulas deben montarse lo más cerca posible en el cilindro.

Las válvulas reguladoras de caudal regulan el paso del fluido por medio de las tuberías para causar un efecto en el movimiento del cilindro. Hay dos tipos de válvulas que se derivan de esta, son:

- Válvulas reguladoras de flujo bidireccional: regulan la cantidad de fluido en ambas direcciones donde provenga el circuito de dicho fluido.
- Válvulas reguladoras de flujo unidireccionales: Regulan la cantidad de fluido en un solo sentido o dirección, en el sentido contrario puede circular, pero sin presión alguna.

Las válvulas de presión son aquellas que se pueden controlar según parámetros que tenga el sistema hidráulico para que la instalación funcione según su movimientos y fuerzas calculadas y niveles de seguridad establecidas para la máquina. Se pueden clasificar en tres tipos:

- Válvulas limitadoras: protegen el sistema o circuito hidráulico de una sobrepresión, delimitando la presión máxima y limitando la presión de trabajo en los actuadores en la instalación hidráulica.
- Válvulas reductoras o reguladoras: es conocida como una válvula de control hidráulico y su principal función es mantener la presión constante, independiente de las variaciones.
- Válvulas secuenciadoras: son utilizadas cuando tratan de abrir un circuito en determinada presión y también para detectar el final del movimiento del pistón reemplazando al final de carrera.

1.3.6. Fluidos hidráulicos.

El aceite es el fluido hidráulico más utilizado en la industria gracias a sus propiedades mecánicas; para que este pueda ser empleado debe cumplir con las siguientes propiedades:

- ser un fluido incomprensible para un rango amplio de presiones.
- ofrecer una gran capacidad de lubricación en algunos materiales ferrosos y gomas.
- buena viscosidad con un alto punto de ebullición y un bajo punto de congelación (el rango de trabajo debe estar entre los -70°C hasta $+80^{\circ}\text{C}$).
- presentar un punto de auto ignición superior, al menos a los 100°C .
- no ser inflamable.
- ser químicamente inerte y no corrosivo.
- ser un buen disipador de calor, al funcionar también como un refrigerante para el sistema.
- presentar buenas condiciones en cuanto a su almacenamiento.

Estos fluidos hidráulicos los podemos clasificar en tres grupos:

Fluidos sintéticos de base acuosos: Son resistentes a la inflamación y se dividen en dos tipos:

- Emulsiones de agua y aceite: es un aceite a base de mineral emulsionable que también se le emplean aditivos con propiedades antioxidantes y anti desgastantes.
- Soluciones de agua-glicol: mezclas de 40% de glicol y 60% agua, más aditivos especiales.

Fluidos sintéticos no acuosos: son compuestos sintéticos orgánicos (fosfatos ésteres simples o clorados, hidrocarburos clorados y silicatos ésteres). Son caros, pero presentan un punto de inflamación alto.

Aceites minerales o sintéticos: según su definición son hidrocarburos extraídos del petróleo a los que se le añaden aditivos químicos y comercialmente son los más utilizados. Los aceites se pueden distinguir gracias a sus propiedades y existe una medida que es muy común por la cual se pueden distinguir y es, la viscosidad cinemática.

La norma DIN 51524 clasifica de la siguiente manera los grados de viscosidad cinemática.

Tabla 4. Grado de viscosidad ISO (Rodríguez Galbarro, 2022)

ISO Grados de viscosidad	Viscosidad cinemática (mm ² /s) a 40 °C	
	Mín.	Máy.
ISO VG 10	9,0	11,0
ISO VG 22	19,8	24,2
ISO VG 32	28,8	35,2
ISO VG 46	41,4	50,6
ISO VG 68	61,2	74,8
ISP VG 100	90,0	110,0

1.4. Presión en los fluidos.

Se define como presión cuando dos sólidos entran en contacto, generando una fuerza en la superficie que trata de penetrarse entre sí; su efecto deformador o su capacidad de deformación la determina la intensidad de la fuerza que sea aplicada en el área de contacto, así pues, la presión es la capacidad de medir la magnitud del contacto. Según el sistema internacional su medida se da en pascal que es igual a: $Pa = \frac{1N}{M^2}$ Y su fórmula sería así:

$$P = \frac{F}{S}$$

Según lo mencionado anteriormente, cuando se genera una fuerza entre un sólido y un líquido dentro de un recipiente, crea una presión que no lo deforma si no que lo comprime. La fuerza que se da repartida es la presión y, el volumen que ocupa el fluido tiende a disminuir mientras más se aumente la presión. Los líquidos no tienen fuerzas externas, por lo cual, no se genera presión; sin embargo, su peso genera una presión hidrostática que es llevada a la parte inferior, ocasionando fuerzas en diferentes direcciones en el interior del recipiente y genera una presión hacia afuera.

$$F = \frac{P}{S}$$

Según estudios realizados, se dice que la presión es un escalar, puede tener varios sentidos y no tiene dirección, excepto si la presión se aplica en paredes; cuando se aplica en paredes se convierte en un vector, una sola dirección que va en línea con la superficie expuesta y siempre en un sentido (hacia fuera).

1.5. Fuerza en los fluidos.

En los fluidos se generan dos tipos de fuerza: fuerza de superficie y fuerza de volumen (Hernández Rodríguez, 2001)

- Fuerza de volumen: si en un recipiente que contenga fluido se ingresa un sólido en su interior ejerce una presión (hidrostática) que actúa aumentando la presión sobre todos los elementos de este.
- Fuerza de superficie: es aquella que actúa sobre la superficie de separación de fluido contiguo por medio de su estructura molecular de la materia. En una tubería, por ejemplo, los fluidos siempre se van a encontrar con fuerzas contrarias que se oponen a su movimiento por su propia viscosidad.

2. METODOLOGÍA

Este proyecto de grado se realizó en apoyo a un grupo de estudiantes de ingeniería en mecánica. Su trabajo se titula "*Rediseño y fabricación para la potenciación de un módulo de prácticas de hidráulica y electrohidráulica de la I.U. Pascual Bravo*", sus nombres son William Andrés Benítez Torres, Hugo Fernando Espinosa Torres y Henry Alexander Zuluaga.

De esta manera, se revisaron las condiciones iniciales del banco hidráulico donde se pudo evidenciar todas las falencias que tenía. Luego, se iniciaron las tareas de planeación para realizar la reestructuración y sus respectivas modificaciones. La tarea realizada en este trabajo se centró básicamente, en la fabricación de uno de los soportes para todo el sistema eléctrico, un módulo para prácticas de levantamiento de pesos en planos inclinados mediante cilindros neumáticos y ayuda en la repotenciación del banco principal.

En este capítulo se documenta todo el trabajo y cada proceso para la modificación del módulo y así el cumplimiento de los objetivos expuestos en el proyecto.

2.1. Condiciones iniciales del banco.

En la imagen 2.1 se muestra el estado inicial del módulo de trabajo, en el cual se puede observar su deterioro debido a que había sido utilizado por un largo periodo de tiempo; según datos del laboratorio llevaba en uso más de 20 años. Las condiciones del banco no eran seguras para el uso en prácticas, lo que generaba limitaciones en cuanto a los temas abordados durante las prácticas, la cantidad de alumnos que las podían presenciar; además, el espacio de los elementos también era muy reducido.



Imagen 3 Banco hidráulico en condiciones iniciales.

Observando el banco o módulo en la imagen 3 se llegó a varias conclusiones respecto a lo que se debía hacer para su respectiva modificación. Las cuales son:

- la falta de un soporte para las mangueras hidráulicas del módulo.
- le faltaban las ruedas.
- su mesa está desgastada.
- las bombas hidráulicas estaban sobre la mesa y sin ningún sistema de sujeción creando condiciones inseguras para el personal docente, estudiantil y para el mismo equipo.
- no había dónde instalar los paneles de control.
- no había un tanque donde reposar el aceite y hacer su respectiva circulación.
- espacios vacíos donde se pueden aprovechar para el mejoramiento en su funcionamiento.
- los compartimentos del equipo no cierran.

Gran parte de la estructura metálica del banco estaba en buen estado, así que, no hubo necesidad de realizar reformas en ella.

2.2 Propuesta de diseño del banco hidráulico.

La propuesta se planteó teniendo en cuenta las ideas del personal docente y el personal del laboratorio, así mismo, como propuestas propias de los estudiantes que llevaron a cabo la ejecución de este trabajo.

En la industria y el comercio actual hay varias empresas que fabrican y venden estos módulos; en la ciudad de Medellín se encuentran algunas, como lo son Hidráulica y Neumática S.A.S, los cuales, son bancos muy completos para la enseñanza pero que son demasiados costosos para nuestras instituciones, entonces son difíciles de adquirir. Se aprovechó lo que estaba en buen estado del módulo y basados en eso y con algunos componentes existentes en el laboratorio que no se estaban utilizando en su momento se realizaron algunas de las modificaciones.

Las modificaciones se tomaron en cuenta junto a los estudiantes de ingeniería en mecánica basados en el primer diseño que ellos presentaron en su respectivo trabajo y en conjunto con el personal de laboratorio de la institución. En la imagen 3.1 se puede observar el cambio de disposición para almacenar las tuberías, pasando del extremo derecho a la parte inferior izquierda, permitiendo una mejor ubicación y menor ocupación de espacio en el laboratorio.

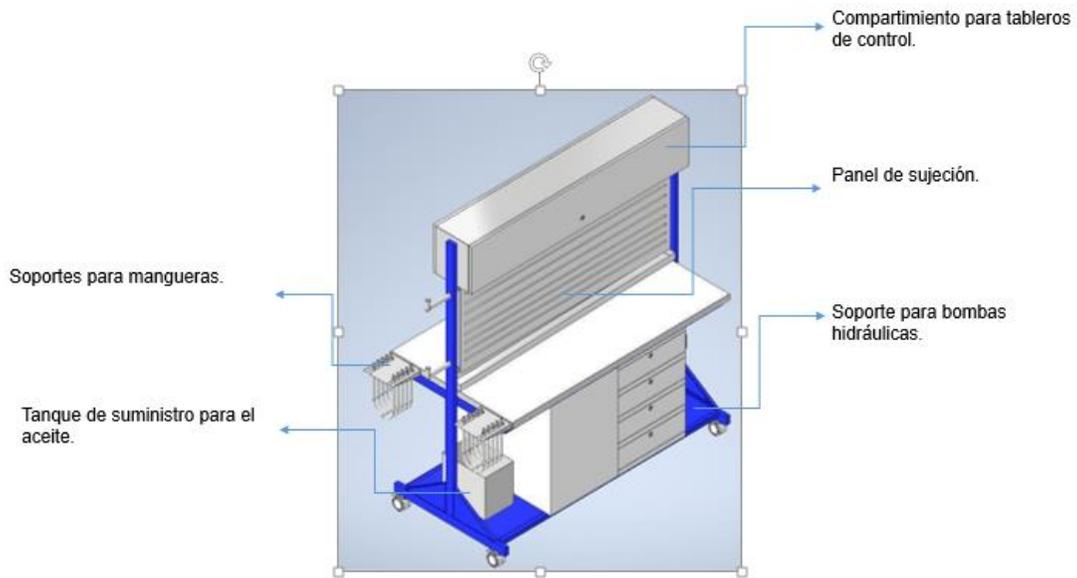


Imagen 3.1 Diseño final módulo.

2.3 Soportes para mangueras.

La fabricación de los dos soportes la realizó el grupo de estudiantes del área de ingeniería y como lo muestra la imagen 3.2, se puede observar dónde van a quedar ubicadas en la estructura del módulo, los soportes para las mangueras.

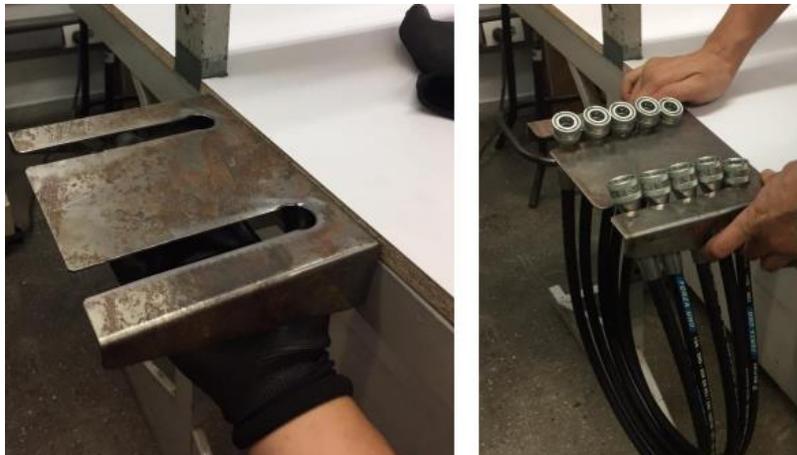


Imagen 3.2 Diseño porta mangueras.

Los soportes se fijaron al módulo aplicando soldadura revestida 6011 en uno de sus lados tal como está en el diseño.

2.4 Diseño del panel de sujeción de elementos para los ejercicios de montaje.

Este diseño y su fabricación también lo realizaron los estudiantes de ingeniería, ellos buscaron fabricantes que contaran con estos paneles ya hechos, los encontraron y concluyeron que los paneles son fabricados en aluminio, además de ser mecanizados, lo que quiere decir que, son de un costo muy alto y escasos para conseguir, así que, buscaron otras alternativas y determinaron fabricarlo ellos mismos en un material más económico y asequible para ellos, tomando como referencia los paneles que habían en la institución para no variar las medidas de los acoples. También calcularon los esfuerzos que iba a generar el panel para verificar si el módulo soportarse con las cargas relacionadas a los elementos propios de un circuito hidráulico (válvulas, cilindros, mangueras, y demás accesorios) y estudiantes. De esta manera, en la imagen 3.4 se puede observar el diseño del panel.

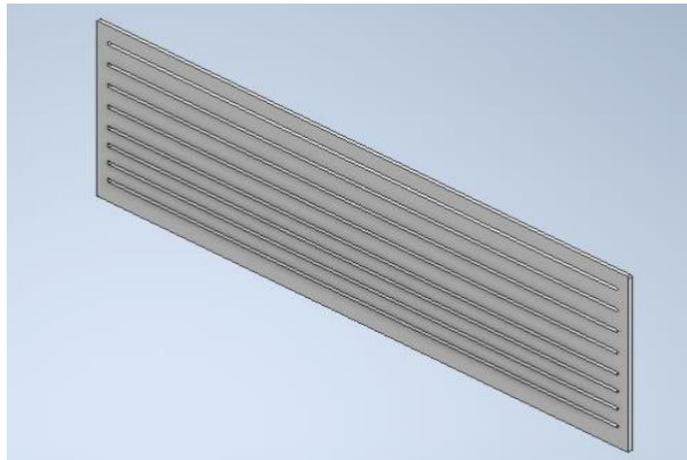


Imagen 3.4 Diseño del panel.

2.5 Fabricación de compartimentos para tableros de control.

El diseño y fabricación de este compartimiento se realizó partiendo del diseño que había anteriormente en el módulo, ya que, en este, presentaba muchas falencias, como se puede

ver en la imagen 3.5 y 3.6 para los tableros de control que maneja la institución y, como se puede observar, el compartimento no cumplía con los requisitos para su correcta adecuación.



Imagen 3.5 Tablero de control de la institución.



Imagen 3.6 Compartimiento anterior al módulo.

Se realizó un nuevo diseño pensando en el uso real de los tableros de control; el diseño es similar, siendo casi el mismo cajón, pero con puntos diferentes. Se fábrica de nuevo el cajón con lámina lisa de un acero blando de espesor de $\frac{1}{16}$ Pulgadas con medidas de una longitud de 1519 mm un ancho de 480 mm y una altura de 180 mm, se instalan cuatro

ángulos internos de $1\frac{1}{2}$ pulgadas por espesor de $\frac{3}{16}$ pulgadas con perforaciones en toda su longitud, separadas para la medida del tablero de control como lo muestra la imagen 3.7 Deben ir separadas con una distancia de 100 mm y un espacio entre ellas de 30 mm como lo muestra la imagen 3.8 para que no queden muy juntas y sea fácil su montaje y desmontaje.



Imagen 3.7 Medida para las perforaciones en el ángulo.

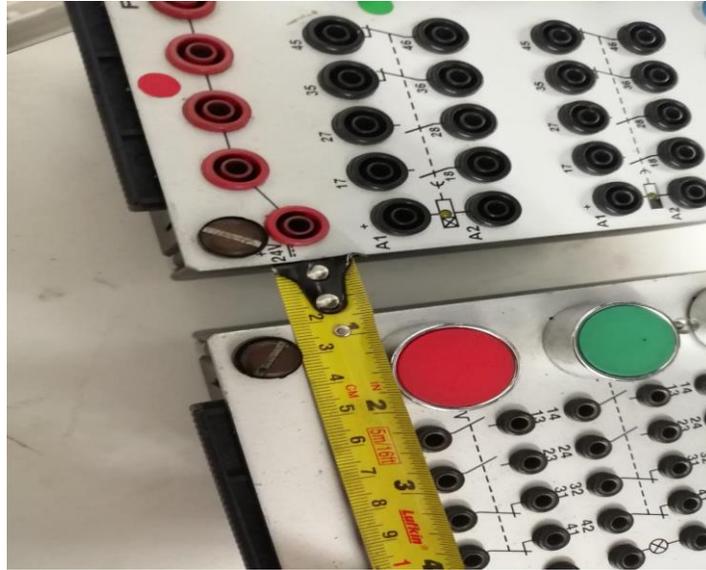


Imagen 3.8 Medida de separación entre los tableros de control.

Adicional también al compartimento fabricado, se le instalaron 4 platinas de $\frac{1}{2}$ pulgada por espesor de $\frac{1}{4}$ pulgada para que ayude a sostener el tablero, ya que, solo con las perforaciones, estas, no lograban sostenerse en el compartimiento. Esta fue una modificación que se realizó gracias a la observación de una de las personas que manipulan el módulo constantemente. En la imagen 3.9 se observa el compartimiento sin dichas platinas en las partes superiores e inferiores.



Imagen 3.9 Compartimiento presentado inicialmente.

En la imagen 4 se pueden observar las modificaciones y la instalación del panel en la estructura, el cual consta de las platinas mencionadas anteriormente en la parte superior e inferior del compartimiento.



Imagen 4. Compartimiento de control terminado.

2.6 Fabricación y montaje de soporte para bombas.

En la imagen 4.1 se observan las bombas montadas sobre la mesa estando en una condición insegura para su trabajo y peligrosa para los usuarios del banco.



Imagen 4.1 Posición inicial de las bombas.

Con la ayuda del docente y los estudiantes de ingeniería, los cuales diseñaron el módulo completo en el programa de diseño CAD llamado inventor, se determinó que, en la parte inferior en uno de los costados de la estructura había un espacio aprovechable para instalar las bombas, de este punto se tomaron las medidas para fabricar el soporte instalado.

Como punto de partida se cortó una lámina de espesor de $\frac{1}{4}$ pulgada con medidas de 350 mm y a esta se le realizó un sacado de un ancho de 50 mm por una longitud de 600 mm y una profundidad de 25 mm para poder acoplarla en la estructura, como se puede observar en la imagen 4.2.



Imagen 4.2 Platina instalada para soportar bombas.

Después de haber instalado la platina inferior como base para cargar las bombas, se procedió con la fabricación de otra platina de $\frac{1}{4}$ pulgada por una longitud de 300 mm y una altura de 500 mm, a esta platina se le acoplaron dos ángulos de $\frac{1}{2}$ pulgada por $\frac{1}{4}$ pulgada de espesor para que cumpla la función de sostener las bombas; esta misma platina se suelda a la platina que se instaló en la parte inferior en todo el centro. Los ángulos se sostienen de dos pinzas que tienen las bombas en las placas de aluminio, evitando así el movimiento y la posibilidad que se caigan y reduciendo el riesgo al momento de realizar trabajos. En la imagen 4.3 se observa ya todo el proceso fabricado e instalado.



Imagen 4.3 Posición final de las bombas.

2.7 Fabricación de panel de ensamble para ensayos de levantamiento de peso.

En este punto, se describe la fabricación de un panel de ensamble de cilindros hidráulicos y un soporte. Para su diseño, se tomó como base el panel fabricado por los estudiantes de ingeniería mecánica mencionados al inicio de este capítulo. Se fabrica una estructura con medidas para el panel las cuales son longitud de 1200 mm un ancho de 350 mm y un espesor de 50 mm, se fabrica con platina de $\frac{1}{8}$ pulgada por $\frac{1}{1/2}$ pulgada y para los lados platinas de 2 in, se deja una distancia para las ranuras de 8 mm. Este panel y sus medidas se fabrica con base a los paneles de ensamble de aluminio que hay en la institución; sin embargo, este es de acero al carbón ya que el panel original, fabricado en aluminio es demasiado costoso. También se crea el soporte para montar el panel y allí realizar sus respectivas pruebas; este se hace con una inclinación más o menos a 80 grados, una altura de 700 mm y dos ángulos al frente del panel con una medida aproximada de 400 mm para minimizar el riesgo de que se caiga cuando se realicen las pruebas,

también con dos ángulos traseros para soportar el peso del panel y sus respectivas pruebas. Se fabrica con ángulos de $1\frac{1}{2}$ pulgadas y 2 pulgadas y espesor de $\frac{3}{16}$ pulgada para darle seguridad al panel y al personal que lo vaya a utilizar y toda la fabricación es con soldadura MIG (metal inerte gas).

2.8. Instalación de ruedas para estructura.

La instalación de las ruedas estuvo a cargo de los estudiantes de ingeniería. Ellos determinaron su diámetro teniendo en cuenta la capacidad de soporte del módulo y que ruede libremente con la estructura. Asimismo, adquirieron las ruedas y las platinas; solo se les colabora soldando las ruedas a la estructura, tal como se puede observar en las imágenes 4.4 y 4.5



Imagen 4.4 Proceso de soldadura de ruedas en la estructura.



Imagen 4.5 Proceso de soldadura de ruedas a las platinas.

2.9 Pintura de la estructura.

La pintura se aplicó a la estructura por medio de pistola de aire; el material comprado estuvo a cargo de los estudiantes del grupo de ingeniería, quienes también escogieron el color, aplicado en la estructura, queriendo hacer homenaje a los colores de la institución. Para el respectivo proceso de aplicación, se retiran todos los componentes de la estructura, tal como se muestra en la figura 4.6.



Imagen 4.6 Proceso de aplicación de pintura electrostática.

3. Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos gracias al diseño y fabricación de los elementos fabricados para la modificación del módulo. Como primera parte se van a mostrar los planos del diseño del módulo, los cuales fueron realizados por los estudiantes de ingeniería y se comparten en este trabajo gracias a que trabajamos en conjunto en el mismo módulo, logrando los objetivos y resultados esperados planteados inicialmente en el anteproyecto y que fueron presentados a la institución.

3.2. Diseño de planos para el módulo.

En la imagen 4.7 se muestra el plano de todo el módulo en general, donde se especifican y documentan todas las medidas, material empleado, las partes del módulo y el diseño final de entrega del módulo. En la imagen 4.8 se muestran las dimensiones de chasis del módulo. En la imagen 4.9 se observan los compartimientos para guardar los elementos utilizados en las prácticas, dando medidas y materiales en los cuales se fabricaron.

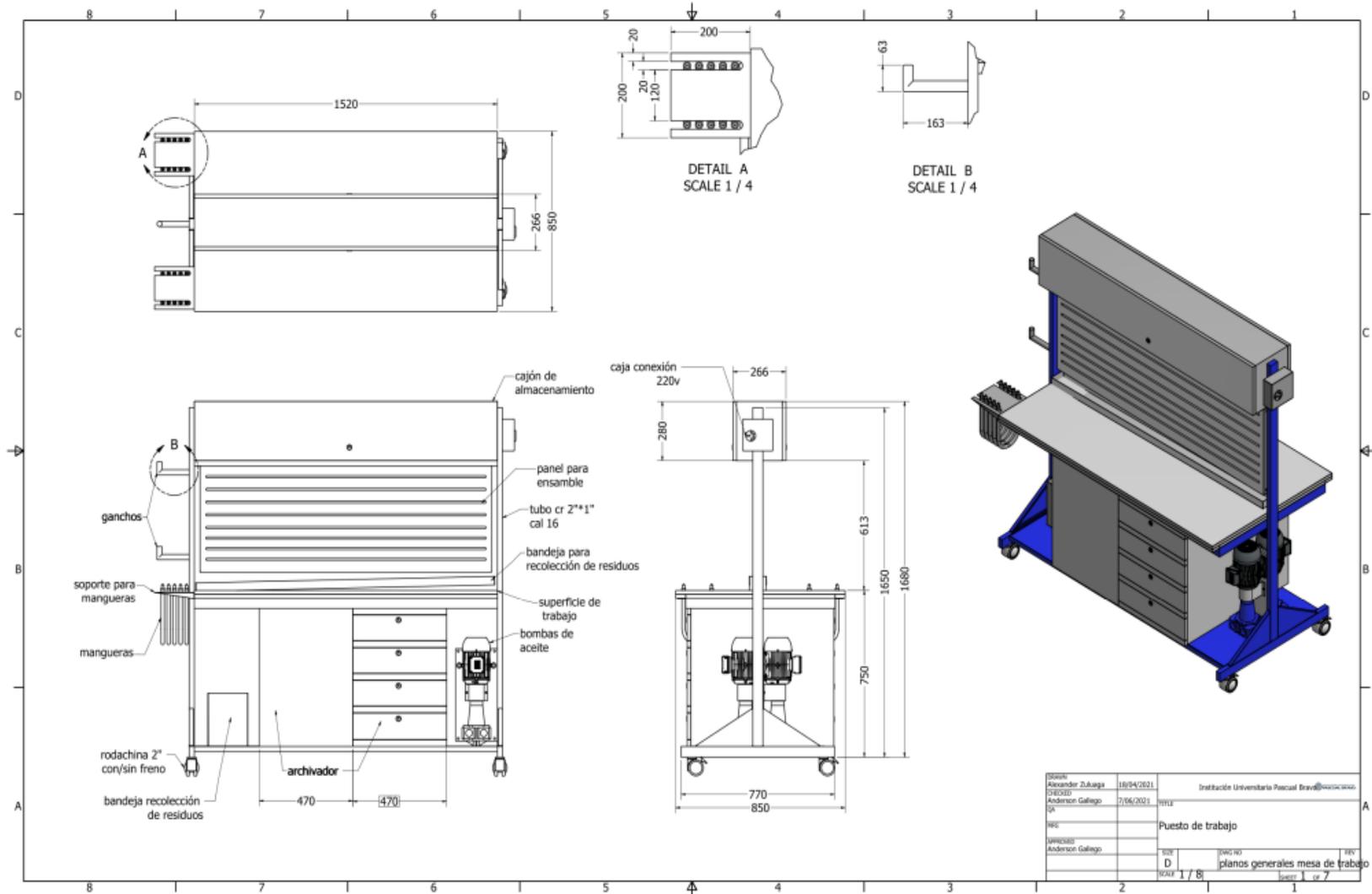


Imagen 4.7 Plano del módulo en general para su entrega final.

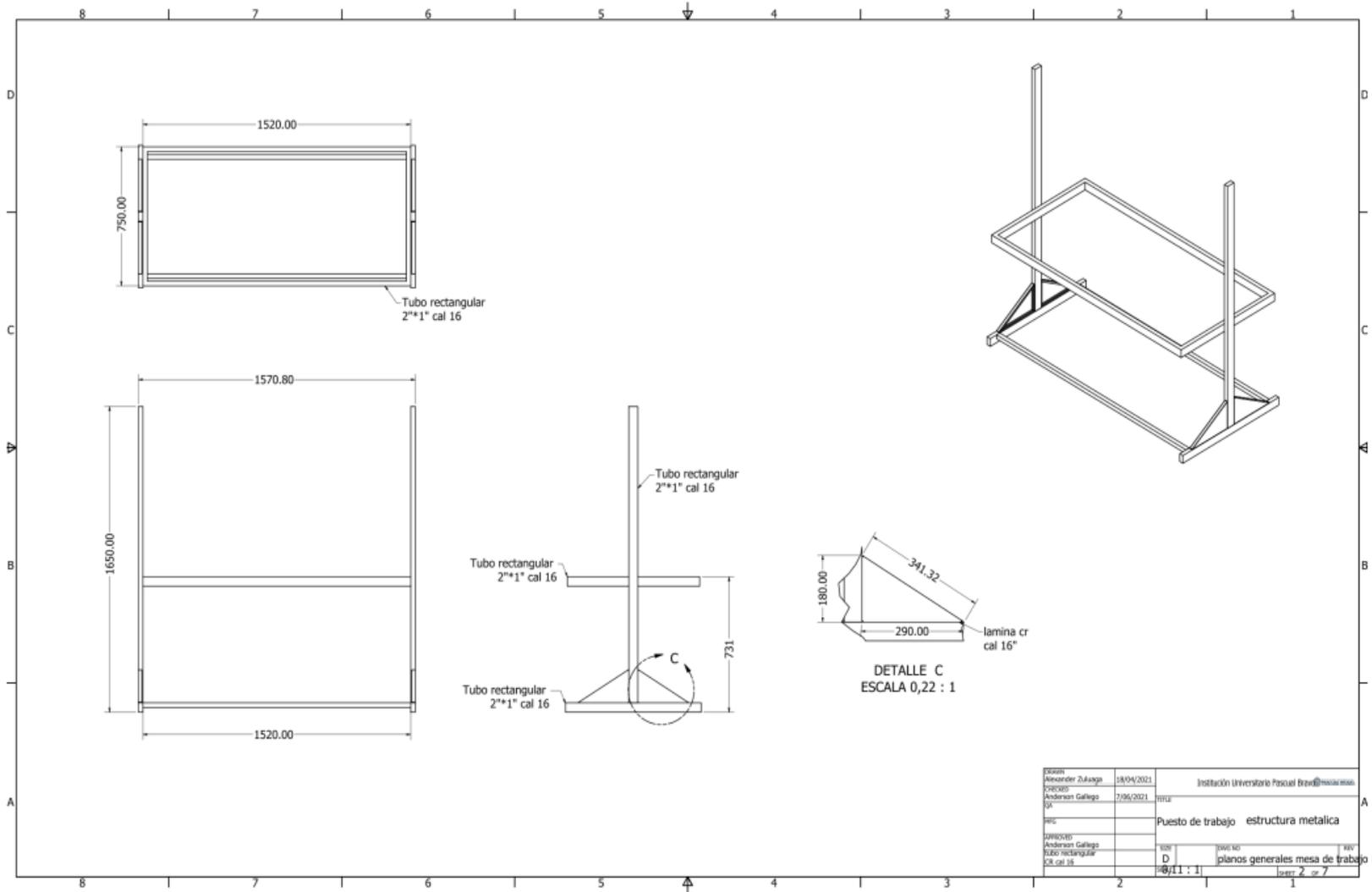


Imagen 4.8 Plano del chasis del módulo

3.3. Panel de ensamble para ensayos de levantamiento de peso.

Como resultado final se obtiene un panel en posición vertical con un soporte que lo sostiene en una posición inclinada y le da estabilidad para realizar los ensayos requeridos cumpliendo así los objetivos requeridos por la institución.

Esta estructura al terminar su fabricación se pinta con pintura electrostática, y se llevó a la institución para realizar sus determinados ensayos donde el personal docente y el personal del laboratorio aprobaron su uso, en la imagen 5 se puede observar el panel con su respectivo soporte realizando uno de los ensayos previstos.



Imagen 5. Panel de ensamble para ensayos de levantamiento de peso.

Adicional a esta estructura, como aporte al laboratorio y para cumplir con el segundo objetivo propuesto en el proyecto, se entrega un cilindro hidráulico doble efecto, con tapa protectora con referencia TN 152857 y con las siguientes especificaciones:

- Diámetro del émbolo: 16mm
- Diámetro del vástago: 10 mm

- Presión: 6 Mpa (60 bar)
- Presión máxima admisible: 12 Mpa (120 bar)
- Carrera: 200 mm
- Conexión: 2 boquillas auto sellantes, de mínima fuga.

En la imagen 5.1 se observa la referencia del cilindro.

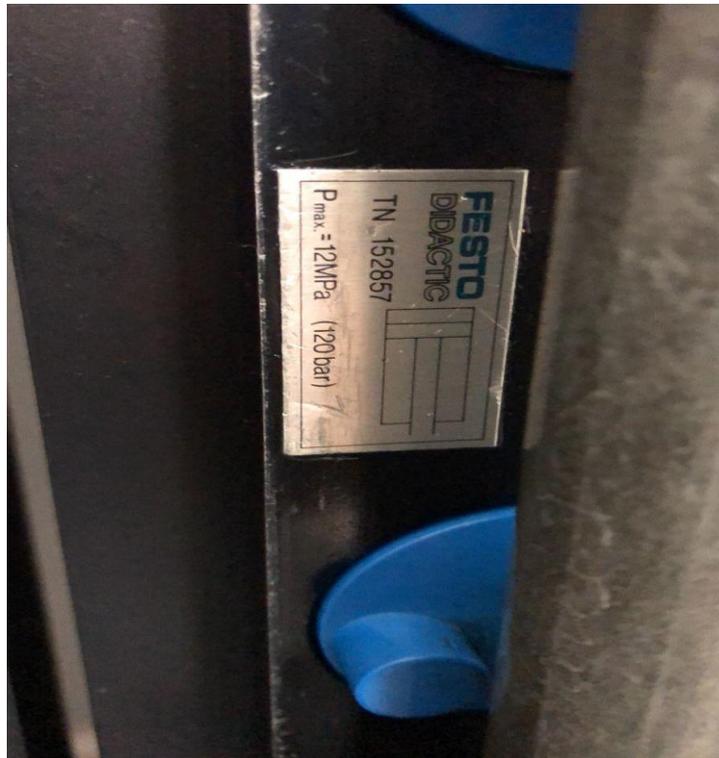


Imagen 5.1 Referencia del cilindro hidráulico

Este cilindro es utilizado en el laboratorio para prácticas de levantamiento de peso, se posiciona de manera vertical en la columna perfilada de la estructura, se monta el peso, se conectan válvulas de cierre, anti-retorno y una distribuidora de caudal también se acoplan tubos flexibles y por último activan la bomba. Este soporte solo es para este tipo de práctica en el laboratorio tal como se describe en el Anexo 1.

3.4. Compartimiento para tableros de control.

Una vez finalizada su etapa de fabricación y siendo aprobado, se realiza el proceso de pintura electrostática de color negro; terminado el proceso, se llevó a la Institución Universitaria Pascual Bravo, al laboratorio de hidráulica y neumática, se ensayó cada uno de sus puestos verificando que cada tablero haya encajado de una buena manera, sin dañarlos al momento de montarlos y desmontarlos, tal como se muestra en la imagen 5.2.



Imagen 5.2 Compartimiento con tablero control ya instalado.

3.5. Ensamble de piezas al módulo.

Ya con las piezas fabricadas, se procedió al respectivo montaje de ellas. El proceso se realizó antes de pintar las partes fabricadas del módulo para así verificar que las medidas estuvieran exactas y proteger cada parte al momento de su montaje final en el chasis de dicho módulo. En las siguientes imágenes se puede observar el módulo de trabajo con las modificaciones realizadas.

En la imagen 5.3 se puede observar el panel de ensamble en el cual, para su montaje, se realizaron cuatro perforaciones y en la imagen 5.4 se puede ver que se instalaron cuatro tuercas remaches de $\frac{3}{8}$ pulgada para la instalación en el chasis del módulo.



3

Imagen 5.3 Perforación a panel de ensamble.



Imagen 5.4 Instalación de tuercas remaches en el panel.

Dicho lo anterior, son cuatro tuercas remaches que se instalaron para tornillos de $\frac{3}{8}$ pulgada, la altura de las perforaciones se determinó de acuerdo con las perforaciones que ya estaba hechas en el chasis del módulo.

En la imagen 5.5 se ve como quedo el panel ensamblado en la estructura, fijado con tornillos de $\frac{3}{8}$ pulgada por $\frac{1}{1/2}$ pulgada, el panel quedo con las medidas requeridas y pedidas para las pruebas a realizar, por lo tanto, no se necesitó hacer modificaciones adicionales.



Imagen 5.5 Panel de ensamble instalado al chasis.

También se puede observar que el panel quedo acorde a las medidas (altura) que indica el plano, en el momento de ensayar y realizar el ensamble, no se presentó ningún problema, ni con su montaje ni con las dimensiones; no hubo necesidad de ninguna modificación.

3.4.1 Soporte de acople para tubería o mangueras hidráulicas.

Este soporte es un elemento adicional que se le instaló al banco como mejora de este. Fue ubicado a uno de los extremos del módulo donde en la parte inferior también se ubica el drenaje para el fluido hidráulico, se ensayó el soporte antes de que pasara al proceso de pintura verificando que cumpliera con su función. E en la imagen 5.6 se puede observar

como el soporte cumple con las medidas en sus ranuras donde se acoplan los racores de las mangueras o tuberías y en la imagen 5.7 se evidencia ya todo el sistema montado y su disposición final.



Imagen 5.6. Prueba de montaje de soporte para acoples de las mangueras.

En la imagen se puede observar cómo se ensayaron los soportes y su posición final, de esta manera, se garantizó que las ranuras estuvieran acordes al tamaño de los racores.



Imagen 5.7 Soporte de acoples para mangueras finalizado.

3.4.2 Desplazamiento del módulo.

Tal como lo muestra la imagen 5.8, en esta parte quedo el chasis del módulo con todas sus ruedas ya instaladas, a diferencia de cómo estaba el banco inicialmente, con solo dos de las cuatro ruedas que necesita para su aprovechamiento. Cada rueda soporta un peso de 50 Kg, dando así un total de 200 Kg y superando el peso del módulo con todas sus partes ya fijas, permitiendo así un desplazamiento libre si se desea trasladar el módulo a otro lugar de trabajo.



Imagen 5.8 Ruedas instaladas para desplazamientos del módulo.

3.4.3 Proceso finalizado del módulo instalado.

Antes de haber terminado y entregado el módulo a la Institución, se realizó la instalación de todas las partes para verificar que haya quedado según las medidas del diseño y no hubiese retrocesos, especialmente, con las piezas pintadas. Después de que se verificó que todo estaba de acuerdo con los planos y no hubo inconvenientes en la instalación se procede a desmontar de nuevo todas sus partes dejando solo el chasis.

Realizado esto y ya con las partes pintadas igual que el chasis se procedió a realizar su montaje y como resultado final se obtuvo el nuevo módulo de trabajo evidenciando claramente los cambios respecto a lo que había anteriormente en nuestro laboratorio como lo muestra la figura 5.9, donde también se evidencia que se instalaron algunos de los elementos con los cuales se trabaja en dicho módulo.



Imagen 5.9 Resultado final del módulo instalado en su totalidad.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones.

Gracias a la modificación del banco hidráulico en su totalidad se permite ampliar las áreas de trabajo del laboratorio de hidráulica y neumática de la Institución Universitaria Pascual bravo, ampliando la variedad de ensayos que se puedan realizar y aumentando la capacidad para los grupos de docencia y así facilitando la enseñanza y aprendizaje.

Con el nuevo cilindro hidráulico al módulo se permite realizar prácticas de levantamiento de peso. Facilita también el montaje al módulo de fuerza para el personal docente debido a que con las condiciones que se tenía era muy complicado realizar este tipo de práctica. Así mismo facilita el aprendizaje de nosotros los estudiantes realizando la práctica de una manera más segura y sencilla

Gracias a las guías de laboratorio que se plantearon en este trabajo se facilita el uso del banco para la docencia, debido a que este sirve como apoyo al aprendizaje práctico de la asignatura de hidráulica y neumática, de modo similar, las prácticas de laboratorio ayudan a tomar conocimientos sobre la instalación de elementos hidráulicas, su simbología y su modo de funcionamiento.

Se logran los objetivos expuestos en la introducción de este proyecto, modificando el banco dejándolo en las mejores condiciones para su uso, con una mejor apariencia, un mejor funcionamiento y realizando estructuras adicionales que garanticen la seguridad del personal y la vida útil de dicho banco.

4.2 Recomendaciones.

Se debe seguir paso a paso las indicaciones del docente, personal de laboratorio y guías o manuales para ensayos que se puedan realizar con los elementos disponibles para el módulo, para así garantizar un buen uso y cuidado de las herramientas y equipos

institucionales, ya que, muchas veces por no seguir los procedimientos indicados y realizar malos procedimientos podemos deteriorar y dañar elementos.

El espacio del laboratorio, las herramientas con las cuales cuenta y el módulo, facilitan la ampliación y el aumento en la capacidad de personal que pueda trabajar; sin embargo, aún es evidente la falta de más módulos. A futuro, se puede incentivar y dar opciones a los mismos estudiantes para tomar proyectos como este y mejorar las instalaciones de la institución, ganando experiencia y aprendizaje en nuestras áreas y a la Institución, la posibilidad de la reducción de costos en mano de obra en equipos de aprendizaje.

5. BIBLIOGRAFÍA

Areatecnologica. ¿Qué es la hidráulica? Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/que-es-hidraulica.htm>

Benítez, W., Espinoza, H. y Zuluaga, A. (2021). *Rediseño y fabricación para potenciación de un módulo de prácticas de hidráulica y electrohidráulica de la I.U. Pascual Bravo*. Institución Universitaria Pascual Bravo. Recuperado de [file:///C:/Users/nraul/Downloads/Trabajo%20de%20grado,%20entrega%20final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/nraul/Downloads/Trabajo%20de%20grado,%20entrega%20final%20(1).pdf)

Cabrera, R. Fluidos, hidrodinámica – potencia y trabajo. Recuperado de https://ricuti.com.ar/no_me_salen/hidrodinamica/FT_potencia.html

Carrillo, M., Echavarría D., y Vinicio, E. (2005). Diseño y construcción del banco hidráulico para mediciones de caudal. Universidad técnica de Ambato. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/368>

Castillo, C. (2015). Mecanismos hidráulicos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cristianbautistacastillo/mecanismos-hidraulicos>. Centro de formación técnica para la industria. Que es un sistema hidráulico y como funciona. Recuperado de <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/>

Del Ángel, E. Hidráulica Universidad autónoma del estado de Hidalgo. <https://infolibros.org/pdfview/9649-hidraulica-enriqueta-del-angel-hernandez/>

Hernández, J. (2000). Fuerzas sobre fluidos. Universidad Nacional de Educación a distancia, Madrid. Recuperado de <https://www2.uned.es/ing-fluidos/IntroMF/node7.html>

Hidráulica y Neumática S.A.S. (2019). *Bancos didácticos hidráulicos*. Recuperado de <http://www.hnsa.com.co/bancos-didacticos-hidraulicos>

Industria, energía y medio ambiente. (2021). *Cilindros de simple efecto, ¿Cómo funcionan?* Recuperado de <https://blog.structuralia.com/cilindros-de-simple-efecto>

Morales, R. (2015). *Diseño de un banco hidráulico para prácticas de mecánica de fluidos apoyado de un PLC*. Universidad tecnológica de Pereira. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5418/532053M828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortiz, M. (2021). *Diseño de un banco de pruebas para bombas hidráulicas centrífugas en configuración en serie, paralelo e individual*. Universidad de Antioquia. Recuperado de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/19734/7/OrtizManuel_2021_PruebasBombasHidraulicas.pdf.

Ramírez, O. (2017). *Diseño y construcción de banco hidráulico para determinar las pérdidas de energía en tuberías CPVC*. Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15209/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20BANCO%20HIDR%C3%81ULICO%20PARA%20DETERMINAR%20LAS%20P%C3%89RDIDAS%20DE%20ENERG%C3%8DA%20EN%20TUBER%C3%8DAS%20CPVC.pdf>

Tutorial número 212. (2021). *Sistemas hidráulicos de transmisión de potencia*. Recuperado de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>.

Zarza, L. *¿Qué es una válvula hidráulica y cuantos tipos hay?* Recuperado de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-valvula-hidraulica-y-cuantos-tipos-hay>

ANEXOS

1. IDENTIFICACIÓN

PROGRAMA:	Tecnología en mecánica industrial	FACULTAD:	Ingeniería
ASIGNATURA	Hidráulica y neumática	CÓDIGO:	ME0065 ME0056

2. COMPETENCIAS

COMPETENCIA DEL PERFIL DEL PROGRAMA	COMPETENCIA (s) U OBJETIVO (s) DE LA PRÁCTICA	COMPETENCIAS O CONOCIMIENTOS PREVIOS
<i>Generar la potencia de fluidos bombeados o comprimidos, con control suave y efectivo, cuando son usados para empujar, traccionar, girar, regular o conducir los mecanismos empleados en máquinas al servicio de la producción industrial y/o de servicios.</i>	<i>Generación y control de accionamientos mecánicos basadas en los sistemas hidráulicos estableciendo principios seguridad, autonomía y cuidado del medio ambiente, con su operación en procesos productivos de carácter mecánico dentro de otros campos de la industria</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Simbología hidráulica2. Elementos de un sistema hidráulico3. Diagramas y componentes hidráulicos

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Los bancos hidráulicos son mesas de trabajo que facilitan el aprendizaje y prácticas relacionadas a sistemas hidráulicos. En los laboratorios son utilizados para la realización de experimentos donde converge lo teórico a lo práctico.

Un cilindro hidráulico es un mecanismo que utiliza un fluido bajo presión para generar potencia mecánica, se compone por tres partes:

- Generador de energía hidráulica
- Transformadores de la energía hidráulica en mecánica
- Órganos de unión: Filtros, tubería, mangueras, racores, reguladores, etc.

Los cilindros hidráulicos se encargan de convertir la energía hidráulica en energía mecánica que permitan realizar movimientos de manera lineal, el cual, puede ser un cilindro simple efecto o doble efecto dependiendo de su uso y requerimiento.

Las partes que componen un cilindro simple efecto y doble efecto son:

Simple efecto:

- Sellos.
- Vástago.
- Cilindro.
- Pistón.
- Entrada y salida de aceite.

Doble efecto:

- Culata posterior.
- Embolo.
- Junta del embolo.
- Embolo de amortiguamiento.
- Culata inferior.
- Vástago del embolo.
- Camisa del cilindro.
- Amortiguación ajustable de posiciones finales.
- Casquillo-guía.
- Empaquetadura y reten rascador.
- Junta.

Los sistemas hidráulicos son mecanismos que se mueven por la aplicación de un fluido que ejerce presión en un sistema cerrado, como ejemplo tenemos:

- Las válvulas: son elementos que permiten regular, abrir o cerrar el paso de un fluido, hay diferentes tipos y se utilizan de acuerdo a su necesidad.
- Tanque hidráulico: Es el dispositivo que se utiliza para realizar el llenado del fluido permitiendo la circulación del mismo fluido.
- Fluidos hidráulicos: Gracias a sus propiedades mecánicas el aceite es el fluido más utilizado y hay tres tipos: sintéticos, sintéticos no acuosos y aceites minerales.
- Presión y fuerza en los fluidos.

4. RECURSOS REQUERIDOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Para el desarrollo de esta práctica se requiere hacer uso de los siguientes materiales y equipos:

- Cilindro hidráulico doble efecto referencia TN 152857.
- Válvula hidráulica 4 a 3 vías.
- Válvula de estrangulación y anti retorno
- Manómetro.
- Pesas con acople para cilindro de 9 a 10 kg.
- Tubo flexible para la conexión del cilindro a la válvula.
- Bomba hidráulica.
- Software de simulación de FluidSim Hidráulica.

5. OBJETIVOS

Objetivo general de la práctica.

Después de haber realizado los laboratorios correspondientes, que los estudiantes aprendan y comprendan los diversos usos y funcionamientos de cilindros, válvulas y demás sistemas hidráulicos que se utilizan con mayor frecuencia en la industria.

Objetivos específicos de la práctica

- Conocer de forma clara el uso y funcionamiento de válvulas y cilindros simple y doble efecto.
- Enseñar a los estudiantes a realizar un adecuado montaje de sistemas hidráulicos.

6. CUESTIONARIO

1. Con sus propias palabras, explique el principio de Bernoulli y como se puede aplicar en cilindros actuadores.
2. Qué es potencia mecánica.
3. Consultar le funcionamiento de válvulas hidráulicas y sus diferentes aplicaciones.
4. Como se calcula la fuerza ejercida en un cilindro en el momento de levantar un peso en posición vertical.
5. Consultar como se ejerce la presión en un fluido.
6. Consulte y describa el funcionamiento de una válvula 4/3 vías.
7. Investigue como realizar un esquema de distribución hidráulica

7. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Esta práctica consta de los siguientes pasos:

1. En la imagen 1 se puede observar un esquema de distribución hidráulica, utilice este esquema como guía para realizar su esquema de distribución para la práctica utilizando fluidSim hidráulica.

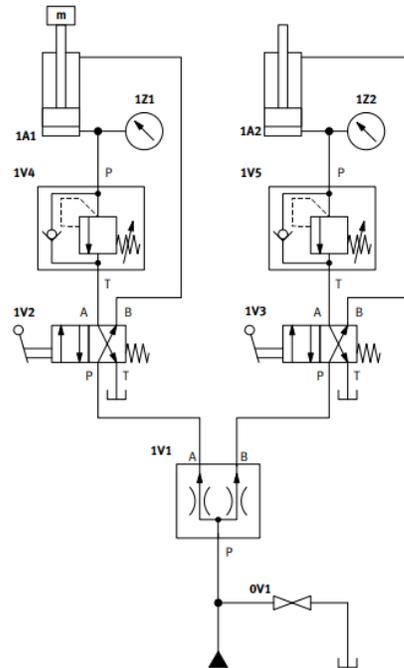


Imagen 6. Esquema de distribución hidráulico.

2. Una vez realice el esquema y sea aprobado proceda a realizar su respectivo montaje en el banco hidráulico del laboratorio de hidráulica y usando el módulo inclinado de levantamiento de pesas de 9 y 10 kg.
3. Para realizar esta tarea, se debe efectuar el montaje de los equipos al banco de pruebas y al soporte realizando un sistema de control. El cilindro que soporta la carga se monta a la columna perfilada en la parte frontal, en una posición vertical. A continuación, monta el peso a utilizar en el cilindro.
4. Denomine los componentes a utilizar en la práctica de acuerdo al esquema del circuito realizado anteriormente.
5. Acoplamiento de tubos flexibles:
 - Siempre que se vaya a realizar el acople de los tubos se debe tener presente que la bomba debe estar apagada, no se debe realizar ninguna conexión con presión en el quipo.
 - Los tubos flexibles no deben doblarse más de su rango admisible que es 51 mm.
 - Seleccione la longitud de los tubos de tal manera que disponga suficiente espacio para soportar los cambios de la longitud que pueden ser generados por la presión.
 - Cuando realice el montaje tenga cuidado en no generar torsiones en los tubos.
6. Compruebe del sistema de control:
 - Verifique que los tubos estén conectados y los acoples tenga un buen empalme.
 - Abra la válvula de cierre y recirculación de la bomba.
 - Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
 - Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de que se presente alguna fuga, conmute de inmediato el modo de recirculación de la bomba.

Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo. La presión puede ajustarse al modo de recirculación de la bomba.

7. Una vez completado los pasos anteriores empiece a realizar su práctica en el banco de pruebas.

8. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe debe estar compuesto por al menos los siguientes componentes, y se debe entregar al docente luego de que se termine la práctica. Por lo tanto, se recomienda realizar los cálculos antes de llegar a la clase. Debe tener en cuenta que, si el día del laboratorio no puede asistir, debe informar con dos horas de anticipación la cancelación de la reserva

Para la entrega del trabajo se debe tener en cuenta el siguiente formato. El cual deben preparar antes de la clase, y de esta manera, sólo deben anexar los resultados del laboratorio. Así mismo, deben anexar al informe, el cuestionario propuesto en este trabajo.

1. Portada

2. Introducción: no debe ser de más de 1 página, se debe introducir la temática a abordar en la prueba experimental.

3. Metodología

4. Resultados experimentales

- Enunciar todos los supuestos que hacen y su justificación.
- Para cada resultado, se debe indicar el procedimiento, no importa que tan obvio parezca, igual se debe describir en detalle.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones: escriba al menos 4 conclusiones sobre la práctica realizada.
- *Bibliografía* empleada en el desarrollo del informe (referenciada según norma APA)

Tipos y estilos de fuente

Para la realización de todo el texto de esta guía utilice siempre fuente Arial 12 a espacio simple. Las secciones deberán enumerarse de acuerdo con como el formato lo especifica. Las subsecciones no deberán estar numeradas y deberán ser escritas en negrita cursiva en formato tipo oración. Las secciones de inferior nivel deberán ser escritas usando cursiva en formato tipo oración.

Figuras

Las figuras deberán ser nombradas con la palabra clave "Figura" seguido de la respectiva identificación en formato numérico y una descripción. Adicionalmente, si su figura cuenta con dos o más partes, incluya las etiquetas "(a), (b), (c)..." respectivamente. Adicionalmente, si las imágenes no son de su autoría, incluya la referencia. Las figuras deberán ser citadas en el texto de la siguiente manera, ej. "En la Figura 1 se ilustra la distribución de

temperaturas en....”

Tablas

Las tablas deberán mantener color gris en los paneles principales y deberán mantener el formato de letra correspondiente a los títulos. Adicionalmente, las casillas principales deberán mantenerse centradas en comparación con las demás, las cuales deberán justificarse a la izquierda. Además, deberá referenciarse en el texto así: “En la Tabla 1 se muestran los resultados experimentales de.....”

Extensión del trabajo

No debe superar las 10 páginas, y todo aquel texto copiado y pegado directamente de internet NO SE CALIFICA, es decir, deben entender lo que leen y escribir lo que ustedes entienden. Cualquier evidencia de plagio, puede significar que su nota sea 0.

Grupos de trabajo

Los grupos de trabajo deben de ser de máximo 3 personas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, M., Echavarría D., y Vinicio, E. (2005). Diseño y construcción del banco hidráulico para mediciones de caudal. Universidad técnica de Ambato. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/368>
- Castillo, C. (2015). Mecanismos hidráulicos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cristianbautistacastillo/mecanismos-hidraulicos>.
- Industria, energía y medio ambiente. (2021). *Cilindros de simple efecto, ¿Cómo funcionan?* Recuperado de <https://blog.structuralia.com/cilindros-de-simple-efecto>
- Sistemas hidráulicos, recuperado del artículo de la página <https://www.bombas-hidraulicas.com.mx/sistema-hidraulico/>.

Elaborado por: Anderson Gallego Montoya

Versión: 01

Fecha de aprobación:

Aprobado por: Comité curricular,
Departamento de Mecánica,
acta N° xx de 2022
