

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO DIDÁCTICO ELECTROHIDRÁULICO MEDIANTE CONTROL ELECTROMECAÁNICO PARA EL LTI - ESFOT.

HIDRÁULICO Y MECÁNICO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECAÁNICA**

VICTOR ALEJANDRO LÓPEZ OLALLA

DIRECTOR: ING. HUGO FRANCISCO ZÚÑIGA PUEBLA MSc.

DMQ, febrero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, VICTOR ALEJANDRO LÓPEZ OLALLA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Victor Alejandro López Olalla

victor.lopez02@epn.edu.ec

lopezvictor0405@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por VICTOR ALEJANDRO LÓPEZ OLALLA, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**HUGO FRANCISCO
ZUNIGA PUEBLA**

Ing. Hugo Francisco Zúñiga Puebla MSc.

DIRECTOR

hugo.zuniga@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales me corresponde al autor que he contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.



VICTOR ALEJANDRO LÓPEZ OLALLA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, este logro es mas de ellos que mío, supieron enseñarme todos los valores necesarios para poder salir adelante y lograr ser lo que soy ahora. Les agradezco todo, ya que nunca me faltó nada, y jamás me faltó su apoyo en los momentos más críticos que tuve en mi proceso de formación moral, profesional y ética. Le doy las gracias a Dios por bendecirme con los padres tan maravillosos que tengo.

De igual manera dedico este trabajo a mis hermanos, de ellos he recibido mucho apoyo en cualquier instante de mi vida, han sido pacientes conmigo y han sabido aconsejarme debidamente. Les agradezco por darme su apoyo incondicional en todo mi proceso de formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por darme la salud y fuerza necesaria para salir adelante.

A mi tío Oscar, mi tía Virna y mi abuelita, que me han apoyado inmensamente desde que comencé mi proceso de formación profesional y hasta ahora no me ha faltado nada por parte de ellos.

A mi prima Raquel, que me apoyo en gran manera, para superarme y seguir adelante en todo momento.

A mis amigos de la escuela y colegio, que hasta ahora recibo su apoyo, y su amistad, ha sido como un pilar de igual manera que mi familia.

A mi tutor de tesis, que supo tener la paciencia necesaria, para guiarme en todo este proceso y brindarme los respectivos conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Ley de Pascal	2
Sistemas Oleohidráulicos.	3
Bomba hidráulica.....	4
Unidad hidráulica.....	4
Electroválvulas	4
Nomenclatura electroválvulas.....	5
Selección de acoples y mangueras hidráulicas.....	6
Cilindros hidráulicos de doble efecto.....	7
2 METODOLOGÍA.....	8
2.1 Requerimientos técnicos.....	9
ISO 1219-1	9
ISO 6149	10
2.2 Estructura y sistema hidráulico.....	11
Estructura	11
Sistema hidráulico	12

2.3	Ensamblaje del módulo.....	15
	Estructura	15
	Sistema hidráulico.	16
3	RESULTADOS	19
3.1	Resultado del análisis de cargas de la estructura	19
3.2	Modulo final ensamblado	20
	Estructura	20
	Sistema hidráulico	20
	Estructura y sistema hidráulico final.....	21
3.3	Funcionamiento.	22
	Marcha paro de la unidad hidráulica.	22
	Regulación de la presión de trabajo.....	22
	Puesta en marcha del sistema.....	23
3.4	Pruebas de funcionamiento	23
	Prueba de fugas	23
	Prueba 1 (Accionamiento manual de cilindros simultáneamente)	24
	Prueba 2 (Circuito en cascada).....	26
	Resultados prueba 1.....	27
	Resultados prueba 2.....	28
3.5	Manuales de uso y mantenimiento.	28
3.6	Hojas guías.....	29
	Practica 1 (Circuito manual de dos cilindros)	29
	Práctica 4 (Circuito en cascada)	29
4	CONCLUSIONES	30
5	RECOMENDACIONES.....	31
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
7	ANEXOS.....	33
	ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin.....	33
	ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular..	33

ANEXO III. Planos y esquemas.	33
ANEXO IV. Manual de uso y mantenimiento del sistema hidráulico.....	33
ANEXO V. Hojas guías.	33

RESUMEN

El objetivo principal del presente proyecto fue la implementación de la estructura y sistema hidráulico para el módulo electrohidráulico, con el que se permitirá desarrollar prácticas del laboratorio de la materia de Fluidos para transmisión de potencia en el (Laboratorio de Tecnología Industrial) LTI de la Escuela de Formación de tecnólogos (ESFOT).

Para desarrollar el proyecto, se dispuso de equipos ya disponibles en el LTI, estos fueron: una unidad hidráulica de 3 (hp), dos electroválvulas hidráulicas de cuatro vías y tres posiciones, dos cilindros hidráulicos de doble efecto y una mesa que sirvió como soporte principal del módulo.

El proceso de diseño comenzó determinando los requerimientos técnicos que debe tener una estructura capaz de soportar el peso de la unidad hidráulica.

Se dimensionó la estructura soporte, de acuerdo con la mesa proporcionada por el LTI. Además, se analizó la respectiva normativa que se debe seguir para la implementación de un sistema hidráulico.

Para la adquisición de los respectivos elementos e implementación de los elementos del sistema hidráulico (mangueras, acoples, etc.), se usó las recomendaciones de catálogos de fabricantes, ya que estos presentan los debidos cuidados que se deben tener al momento de la implementación.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en conjunto con el tablero de control electromecánico, acoplado al módulo, este permitió efectuar el control de la unidad hidráulica, las electroválvulas, para que a su vez se realice el control de los cilindros hidráulicos. Se establecieron circuitos de control mediante el simulador FluidSim de Festo, el cual permitió desarrollar secuencias de dos cilindros, las cuales fueron probadas en el módulo electrohidráulico.

Se concluye que, de acuerdo con el diseño desarrollado e implementado, se puede realizar secuencias de circuitos hidráulicos, teniendo en cuenta el buen uso del tablero de control y las debidas recomendaciones, al momento del uso de un sistema hidráulico.

PALABRAS CLAVE: Presión, electroválvula, contrapresión, mangueras, acoples.

ABSTRACT

The main objective of this project was the implementation of the structure and the hydraulic system for an electrohydraulic module, this project will allow to develop laboratory practices for students on the course: Fluidos para transmisión de potencia in the Laboratorio de Tecnología Industrial (LTI) of the Escuela de Formación de tecnólogos (ESFOT).

To develop the project, some equipment was already available at the LTI, these were: a hydraulic unit of 3 (hp), two four-way three-position solenoid valves, two double-acting hydraulic cylinders, and a table that served as the main support for the module.

The design process began by determining the technical requirements that a structure capable of supporting the weight of the hydraulic unit must have.

The support structure was dimensioned, according to the table facilitated by the LTI. In addition, the respective regulations that must be followed for the implementation of a hydraulic system were analyzed.

For the acquisition and implementation of the additional elements and of the hydraulic system (hoses, couplings, etc.), the recommendations of the manufacturers' catalogs of this type of system were used, these show the precautions that must be taken now of the implementation.

The performance tests were carried out in conjunction with the electromechanical control panel, coupled to the module, this allowed the control of the hydraulic unit, the solenoid valves, so that in turn the control of the hydraulic cylinders can be work. Control circuits were determined using Festo FluidSim simulator, which allowed the development of sequences with the cylinders, which were tested in the electrohydraulic module.

It is concluded that, according to the design developed and implemented, sequences of hydraulic circuits can be assembled, considering the proper use of the control panel and the proper recommendations, when the hydraulic system is working.

KEYWORDS: Pressure, solenoid valve, back pressure, hoses, couplings.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El presente proyecto, trata de un módulo didáctico de un sistema hidráulico, el cual utiliza como principales elementos: una unidad hidráulica, dos electroválvulas de 4 vías y 3 posiciones, las cuales permitirán el accionamiento de dos cilindros de doble efecto, de diferentes formas y secuencias.

Se dispuso de una unidad hidráulica, con un motor trifásico de 3 (hp), con sus respectivas características específicas, (eficiencia del motor, tipos de conexiones, corrientes nominales y factor de potencia). Para lo cual, se definió, una estructura de soporte, basado en las dimensiones y peso de este elemento. También se definieron los materiales de los cuales se fabricó la estructura [1].

Se realizaron planos previos a la fabricación de la estructura de soporte de la unidad hidráulica, para tener un bosquejo del resultado final, para esto se utilizó el software computacional Inventor Autodesk, de diseño y dibujo mecánico [2].

Utilizando el software computacional, se obtuvieron ciertos análisis estructurales del soporte de la unidad hidráulica, para comprobar, si el diseño era adecuado. La estructura fue construida y ensamblada de acuerdo con las características de los planos anteriormente realizados, se utilizaron los siguientes materiales: aleación de hierro y acero, para la estructura principal, que soporta una base de melanina. Todos estos elementos fueron elegidos teniendo en cuenta su rigidez y capacidad de soporte, para evitar cualquier posible vibración de la unidad hidráulica [2].

En base a la norma NTE INEN-ISO 4413:2010, que contempla transmisiones hidráulicas, reglas generales, requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes, se seleccionaron los componentes de ensamblaje de un sistema hidráulico, entre los cuales están presentes: acoples y mangueras hidráulicas; todos estos fueron seleccionados en base a la capacidad de presión que soportan y el diámetro de las mangueras y acoples adecuados [1]. Los acoples hidráulicos se seleccionaron con las recomendaciones de catálogos de ciertos fabricantes, para evitar cualquier inconveniente en el sistema hidráulico [3].

Una vez realizada la selección de los componentes con sus respectivas características, se ensambló todo el sistema hidráulico, teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los elementos del sistema, en este proceso se procedió con la conexión de dos electroválvulas de 4 vías y 3 posiciones, que soportan una presión de 350 (bar),

las cuales realizarán el control de dos cilindros hidráulicos de doble efecto (salida y retorno). Dichas electroválvulas dependen del tablero de control electromecánico acoplado al sistema, para que se pueda efectuar el control de los cilindros [4].

El control de todo el sistema se lo realizará mediante el uso de un tablero de control didáctico, desarrollado por otro componente del mismo proyecto, con el cual se tendrá la posibilidad de realizar secuencias de control de los actuadores hidráulicos.

1.1 Objetivo General

Implementar la estructura y sistema hidráulico de un módulo didáctico electrohidráulico para el LTI-ESFOT.

1.2 Objetivos Específicos

1. Establecer los requerimientos técnicos necesarios de la estructura y sistema hidráulico del módulo didáctico electrohidráulico.
2. Dimensionar la estructura del módulo.
3. Dimensionar el sistema hidráulico del módulo.
4. Ensamblar la estructura y el sistema hidráulico del módulo.
5. Probar funcionamiento del circuito de potencia del equipo instalado.
6. Desarrollar un manual de mantenimiento y uso del módulo.

1.3 Alcance

Diseñar e implementar una estructura de soporte de la unidad hidráulica y el sistema hidráulico de un módulo didáctico, para la conexión de dos electroválvulas de cuatro vías y tres posiciones que controlan dos cilindros hidráulicos de doble efecto; con ayuda de acoples y mangueras hidráulicas, dichas electroválvulas y el motor de la unidad hidráulica serán controlados por un tablero de control electromecánico acoplado a la estructura del módulo, que es desarrollado por otro componente del mismo proyecto.

1.4 Marco teórico

En esta sección se detalla los conceptos teóricos, que se utilizaron para realizar el proyecto.

Ley de Pascal

La ley de Pascal como concepto dice que una fuerza aplicada en una superficie producirá una presión [4], esta ley es aplicada en sistemas hidráulicos para determinar

diámetros y presiones de trabajo necesarias para generar el movimiento de los actuadores, por lo que se plantea la Ecuación 1.1, la cual relaciona la fuerza con el área:

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

Ecuación 1.1 Ley de Pascal, [4]

Donde:

P : $\left(\frac{N}{m^2}\right)$ Presión

F : (N) Fuerza

A : (m^2) Superficie

Sistemas Oleohidráulicos.

Un sistema oleohidráulico es accionado comúnmente de forma manual o de forma eléctrica con ayuda de una bomba hidráulica, la cual es capaz de generar cierta presión y una gran cantidad de caudal. En la Figura 1.1, se observa los principales elementos que intervienen en un sistema oleohidráulico, accionado mediante una bomba.

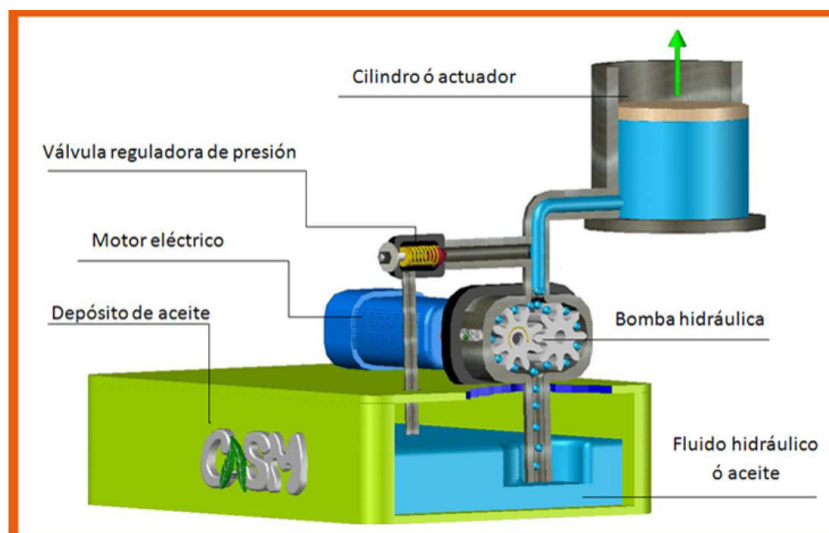


Figura 1.1 Sistema hidráulico, [4]

Bomba hidráulica.

La bomba hidráulica es el elemento que cumple la función de extraer el fluido e impulsarlo hacia los actuadores con cierta presión y caudal. La industria maneja diferentes tipos de bombas [4], el uso de estas dependerá del tipo de aplicación para la cual se requiera, entre estas se tienen:

- Bombas de engranajes.
- Bombas de pistón.
- Bombas de paletas.
- Bombas de tornillo.

Unidad hidráulica.

Una unidad hidráulica es un conjunto de varios elementos, en el que comúnmente actúan cuatro principales [5], estos son:

- **Motor eléctrico:** Es el encargado de transformar la energía eléctrica en energía mecánica.
- **Bomba hidráulica:** Extrae e impulsa el fluido hidráulico del tanque de reserva hacia los actuadores.
- **Tanque de reserva:** Elemento indispensable en este tipo de sistemas, el cual se encarga de almacenar el fluido hidráulico.
- **Válvula reguladora de presión:** Dispositivo que regula la presión del sistema.

Electroválvulas

Este dispositivo está diseñado para controlar la dirección del flujo de un fluido, están compuestas de un carrete interno el cual, mediante un movimiento, sella o permite el paso del fluido en cierta dirección, el control de este carrete se logra mediante válvulas solenoides, las cuales reciben una señal eléctrica para poder activarlas mediante el accionamiento de una bobina [5] [6]. En la Figura 1.2, se aprecia de mejor manera la estructura interna de una electroválvula.

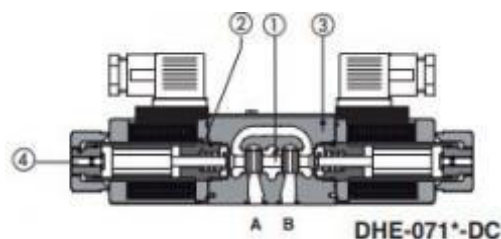


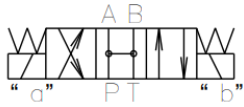
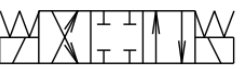
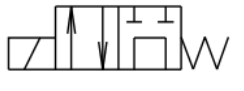

Figura 1.2 Estructura interna de electroválvula, [7]

- 1.- Carrete.
- 2.- Retorno por muelle (Resorte).
- 3.- Cuerpo electroválvula.
- 4.- Solenoide.

Nomenclatura electroválvulas.

En la Tabla 1.1, se observa algunos ejemplos de la nomenclatura que se le atribuye a las electroválvulas, estas variarán dependiendo del tipo vías, posiciones y tipo de control de las que estén fabricadas [8], la selección de éstas dependerá, del tipo de aplicación que se requiera realizar el control:

Tabla 1.1 Nomenclatura electroválvulas.

Simbología	Nomenclatura	Tipo de control	Descripción
	4/3	Control eléctrico con retorno por muelle	La nomenclatura 4/3 indica que posee 4 vías y 3 posiciones, en ambos extremos tiene un control eléctrico y a su vez un retorno por muelle para poder retornar a su posición inicial.
	4/3	Control eléctrico con retorno por muelle	La nomenclatura 4/3 indica que posee 4 vías y 3 posiciones, en ambos extremos tiene un control eléctrico y a su vez un retorno por muelle para poder retornar a su posición inicial.
	4/2	Control eléctrico con retorno por muelle	La nomenclatura 4/2 indica que posee 4 vías y 2 posiciones, tiene un control eléctrico y a su vez un retorno por muelle para poder retornar a su posición inicial.
	4/2	Control eléctrico con retorno por muelle	La nomenclatura 4/2 indica que posee 4 vías y 2 posiciones, tiene un control eléctrico y a su vez un retorno por muelle para poder retornar a su posición inicial.

Selección de acoples y mangueras hidráulicas.

Para seleccionar mangueras hidráulicas se debe tener en cuenta el caudal y la presión de trabajo, que ofrece la unidad hidráulica. Existe una gran cantidad de fabricantes que ofertan estos elementos normalizados en base a la norma ISO 4413:210 [1], los mismo que, dependiendo de las condiciones de trabajo, ofrecen diámetros comerciales de 1/2, 3/8 y 1/4 (in). En la Figura 1.3, se resalta un ejemplo de una manguera hidráulica de 3/8 (in) con una capacidad de 4785 (psig) [3].



Figura 1.3 Manguera hidráulica.

Para la selección de los acoples, se tiene una gran disponibilidad dependiendo del fabricante, estos manejan diámetros comerciales similares a los de las mangueras con roscas tipo NPT, JIG, A-PLANO y O'RING BOSS. El tipo de rosca se determinará dependiendo del tipo de sellado que se requiera entre las mangueras y los acoples o bloques de distribución. En la Figura 1.4, se observan ejemplos de tipos de acoples comerciales [3].

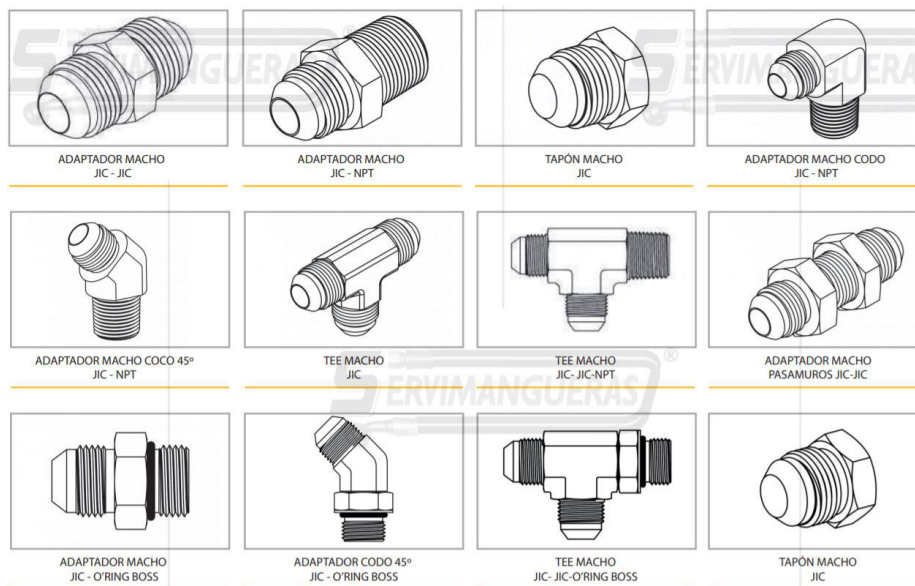


Figura 1.4 Acoples hidráulicos, [3]

Cilindros hidráulicos de doble efecto.

Este tipo de actuador, el cual se muestra en la Figura 1.5 está compuesto por una cámara interna que albergará el fluido hidráulico. Un vástago en el que se evidenciará un movimiento en ambas direcciones y dispone de dos entradas A y B. Si el fluido ingresa por el orificio A, este ocasionará que el vástago salga y caso contrario si el fluido ingresa en el orificio B, producirá el retorno del vástago, además posee un émbolo que sellará la cámara interna del cilindro para que pueda efectuar su movimiento [9].

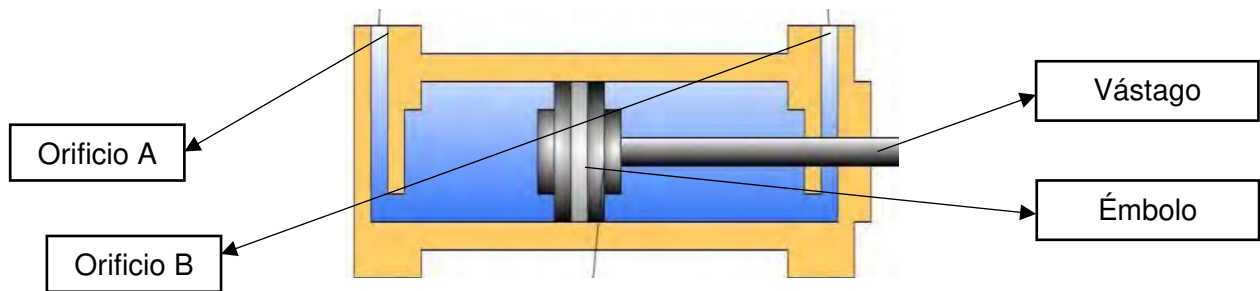


Figura 1.5 Cilindro de doble efecto, [9]

2 METODOLOGÍA

Para el diseño de la estructura y sistema hidráulico, del módulo electrohidráulico se tuvo en cuenta una investigación aplicada, para la cual, se usó como referencia la respectiva normativa para sistemas de transmisión hidráulica, la ISO 4413:210 [1] y catálogos de fabricantes específicos.

En la Figura 2.1, se muestra la metodología que se usó para realizar el respectivo componente del proyecto. Se inició con un análisis del espacio disponible en el LTI, en la ESFOT. El LTI puso a disposición del proyecto, una mesa, la cual se la utilizó como estructura principal del módulo, a la que se realizaron las respectivas adecuaciones para el proyecto.

Utilizando como referencia la mesa proporcionada por el LTI, se realizaron modelados en 3D, con ayuda del software computacional Inventor [2], de la estructura soporte de la unidad hidráulica, para determinar las respectivas medidas que debe tener. En base al bosquejo realizado se determina la cantidad de elementos que se requieren en el sistema hidráulico, para proceder con su adquisición con el fabricante Servimangueras [3]. Se levantaron planos de la estructura soporte de la unidad hidráulica.

Se realizó un análisis estructural con el software Inventor, con el que se determinó las capacidades estáticas que tiene la estructura, teniendo como resultado un informe completo de la capacidad de cargas comprobando que soporta el peso de la unidad hidráulica.

Se procedió con el ensamblaje de la estructura soporte, se utilizó el proceso de soldadura SMAW con electrodo E6011. Una vez fabricada la estructura, se fijó la unidad hidráulica para evitar sus posibles vibraciones.

Una vez fabricada la estructura soporte, se inició con el ensamblaje del sistema hidráulico, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante anteriormente mencionado.

El proyecto se complementa con un tablero de control realizado por otro componente, el cual es capaz de efectuar la puesta en marcha y paro de la unidad hidráulica, además mediante éste se acciona las electroválvulas, para poder efectuar el control de los cilindros hidráulicos.

Como proceso final, se plantearon pruebas de funcionamiento, para observar el correcto funcionamiento del sistema hidráulico y su estructura. El sistema funciona correctamente por lo que se emite el certificado de funcionamiento que se muestra en el Anexo II.

Se planteó un manual de uso y mantenimiento del módulo, en estos se detalla las precauciones y el correcto funcionamiento que debe tener tanto el sistema hidráulico con el

tablero de control de éste, en conjunto se plantearon hojas guías de prácticas para el laboratorio de la materia de Fluidos para transmisión de Potencia.

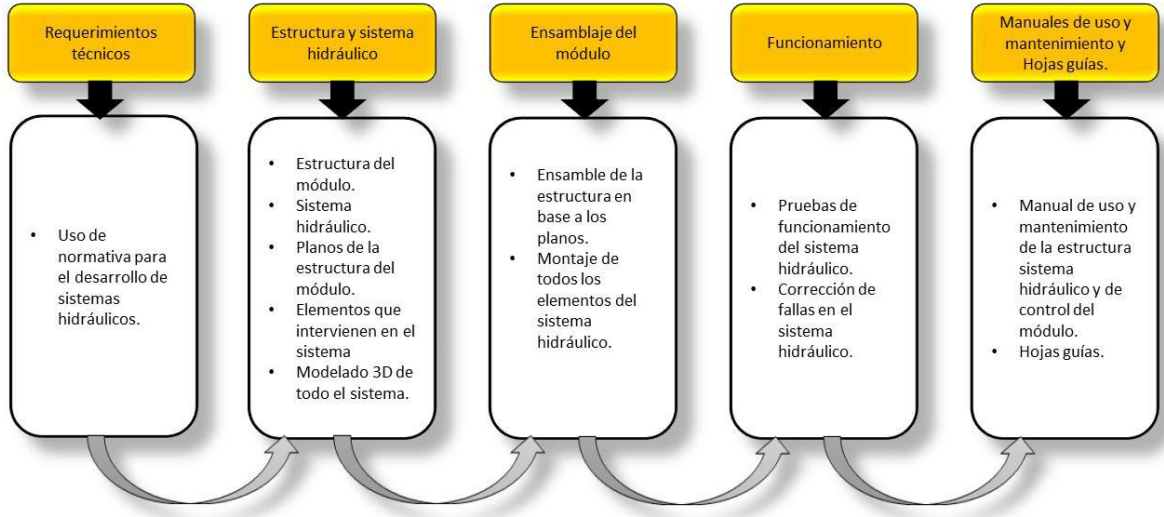


Figura 2.1 Esquema de la metodología utilizada en el proyecto.

A continuación, se presenta con detalle el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos.

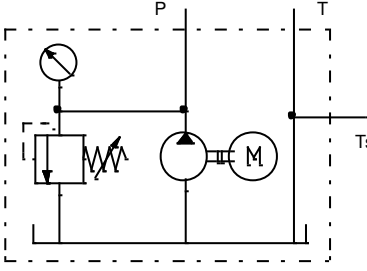
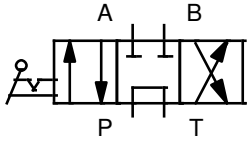
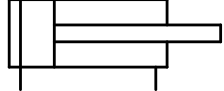

2.1 Requerimientos técnicos.

Para los requerimientos técnicos de la estructura y sistema hidráulico, el estudio se basó en la norma ISO 4413:210 [1], la cual nos describe, reglas generales y requisitos de seguridad para estos sistemas y sus componentes. La norma recomienda tener en cuenta otras normas para poder aplicarla, entre éstas se tiene:

ISO 1219-1

La norma explica la respectiva simbología que debe tener un circuito hidráulico para poder realizar su representación. En la Tabla 2.1, se presenta un ejemplo de la simbología a tener en cuenta en un circuito hidráulico.

Tabla 2.1 Ejemplo de nomenclatura de sistemas hidráulicos.

Símbolo	Descripción
	<p>Este símbolo hace referencia a la unidad hidráulica, la cual sustentará la respectiva presión y caudal a todo el sistema.</p>
	<p>Este símbolo muestra cómo se representa una electroválvula, cabe mencionar que este símbolo varía dependiendo del número de vías, de posiciones y la activación que tenga este elemento</p>
	<p>Este símbolo muestra cómo se representa un actuador, para este caso se usó como referencia la representación de un cilindro de doble efecto, hay que tener en cuenta que hay diferentes tipos de actuadores por lo que su simbología puede variar.</p>
	<p>Este símbolo representa a un instrumento de medición de presión.</p>

ISO 6149

Esta normativa indica el tipo de ajuste que deben tener las uniones roscadas, entre los bloques de distribución de las electroválvulas y su respectivo sellado, estas uniones poseen juntas de estanquidad tóricas, para sellar por completo las uniones, evitando posibles fugas del fluido hidráulico. En la Figura 2.2, se observa las juntas de estanquidad tóricas, cabe recalcar que estas pueden ser acopladas en rosca hembras o machos, en la Figura 2.3, se indica un ejemplo de este tipo de uniones.



Figura 2.2 Juntas de estanquidad tóricas, [3]

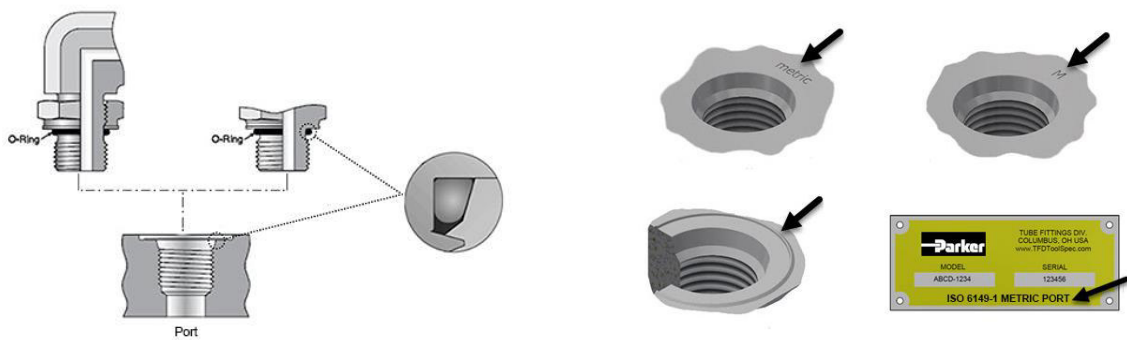


Figura 2.3 Juntas con roscas tipo hembra y macho, [10]

2.2 Estructura y sistema hidráulico.

Estructura

Para dimensionar la estructura se tuvo en cuenta el espacio disponible en el LTI, se disponía de una mesa para soportar, las electroválvulas y actuadores del sistema. Con referencia en esta mesa mediante un software computacional se dimensionó la estructura soporte de la unidad hidráulica, ver Anexo III.

En la Figura 2.4, se observa la estructura soporte de la unidad hidráulica.

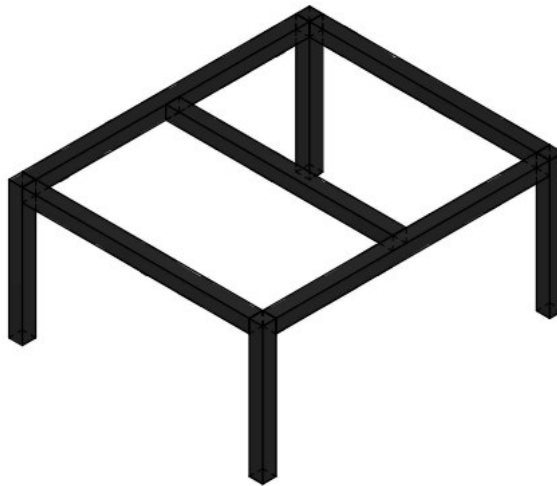


Figura 2.4 Estructura soporte de la unidad hidráulica.

En la sección 3.1, se encuentran los resultados obtenidos de la simulación del análisis estructural en el software Inventor.

En la Tabla 2.2, se presentan los materiales necesarios para fabricar la estructura soporte de la unidad hidráulica.

Tabla 2.2 Materiales necesarios para la fabricación de la estructura.

Cantidad	Elemento
2	Tubo cuadrado 40X40X2 (mm)
1	Melamina 35 (mm)
4	Perno hexagonal 4 (in)
4	Tuerca ¼ (in)
4	Rodela plana galvanizada
1	Pintura anticorrosiva Wesco (Negro)

Sistema hidráulico

Para el dimensionamiento del sistema hidráulico se realizó un bosquejo previo del resultado final con ayuda del software computacional Inventor, mediante esto, se determinó la cantidad de elementos que intervienen en todo el sistema, en la Figura 2.5, se observa el bosquejo final con una vista isométrica, añadiendo otras dos vistas, para apreciar de una mejor manera todos los elementos que intervienen en el sistema hidráulico.

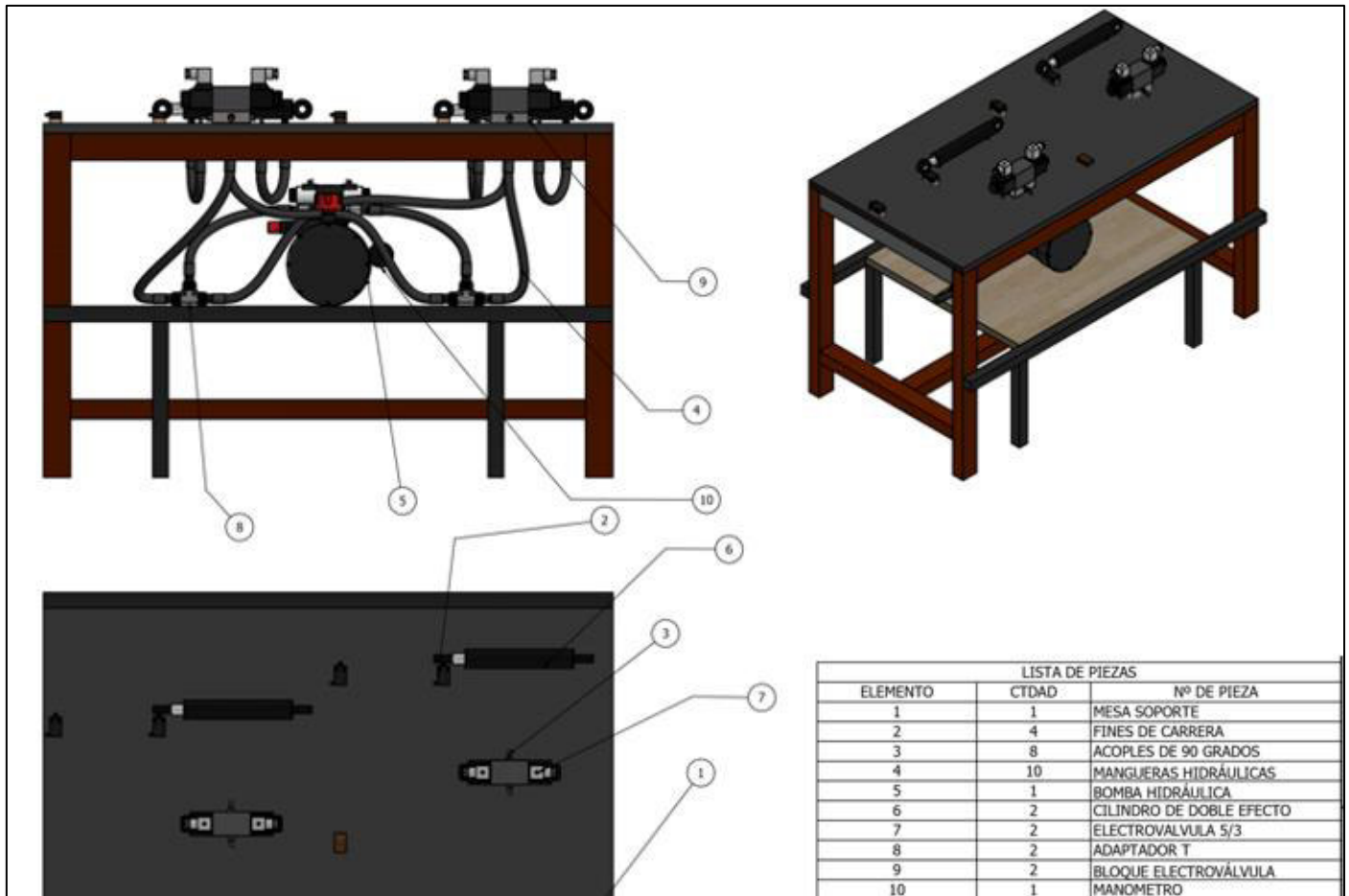


Figura 2.5 Bosquejo de ensamblaje final del sistema.

Teniendo en cuenta los elementos utilizados en el bosquejo de la Figura 2.5, se procedió con la selección de éstos, para esto se tuvo soporte en el catálogo de fabricante de Servimangueras [3], el cual provee de todos estos elementos para este tipo de sistemas.

En la Tabla 2.3, se detalla la cantidad de elementos que se adquirió para el sistema con sus respectivas características.

Tabla 2.3 Elementos del sistema.

No.	Descripción	Características
Mangueras		
2	Manguera hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • 4000 (psig). • 3/8 (in). • 94 (cm) de longitud (Incluyendo acoples). • Rosca JIC 3/4 (in) hembra ambos extremos.

No.	Descripción	Características
1	Manguera hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • 4000 (psig). • 3/8 (in). • 50 (cm) de longitud (Incluyendo acoples). • Rosca JIC 3/4 (in) hembra ambos extremos.
2	Manguera hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • 4000 (psig). • 3/8 (in). • 48 cm de longitud (Incluyendo acoples). • Rosca JIC 3/4 (in) hembra ambos extremos.
5	Manguera hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • 4000 (psig). • 3/8 (in). • 57 (cm) de longitud (Incluyendo acoples). • Rosca JIC 3/4 (in) hembra extremo 1. • Rosca PLANA 1/4 (in) hembra extremo 2.
Acoples		
2	T's	<ul style="list-style-type: none"> • Rosca JIC 3/4 (in) macho
4	Codo 90 grados	<ul style="list-style-type: none"> • Rosca JIC 3/4 (in) macho extremo 1 • Rosca JIC 3/4 (in) hembra extremo 2
8	Codo 90 grados	<ul style="list-style-type: none"> • Rosca JIC-O'RING 3/4 (in) macho.
2	Codo 90 grados	<ul style="list-style-type: none"> • Rosca NPT 3/4 (in) extremo 1. • Rosca JIC 3/4 (in) extremo 2.
1	Adaptador	<ul style="list-style-type: none"> • Rosca 1/4 (in) plano a 3/4 (in) JIC macho.
Otros		
1	Manómetro	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de hasta 5000 (psig). • Rosca NPT 1/4 (in) macho.
1	Aceite hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de 18 (lt) (necesario solamente 12 (lt)).

No.	Descripción	Características
Bloques		
2	Bloques distribuidores	<ul style="list-style-type: none"> Bloque distribuidor capacidad de acople electroválvulas
Electroválvulas		
2	Electroválvulas	<ul style="list-style-type: none"> 4 vías, 3 posiciones con soporte de hasta 350 (bar).
Actuadores		
2	Cilindros	<ul style="list-style-type: none"> Cilindros de doble efecto de alta presión.
Unidad hidráulica		
1	Unidad hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> Tanque de 12 (lt). Presión de trabajo de 3750 (psig). Motor trifásico de 3 (hp). Voltaje de alimentación de 190 (V_{AC})

2.3 Ensamblaje del módulo.

Estructura

Para la fabricación de la estructura mencionada en la sección 2.2, se lo realizó mediante un proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido, específicamente E6011 y con tipos de cordones tipo filete y juntas a tope, en la Figura 2.6, se observa el proceso de fabricación de la estructura.



Figura 2.6 Ensamblaje de la estructura del módulo.

El resultado final del ensamblaje se la observa en la sección 3.2.

Sistema hidráulico.

Basándose en el bosquejo 3D que se explicó en la sección 2.2 y utilizando los elementos adquiridos de la Tabla 2.3, se procedió con el ensamblaje del sistema hidráulico. En la Figura 2.7, se observa el ensamblaje del soporte de la unidad hidráulica.

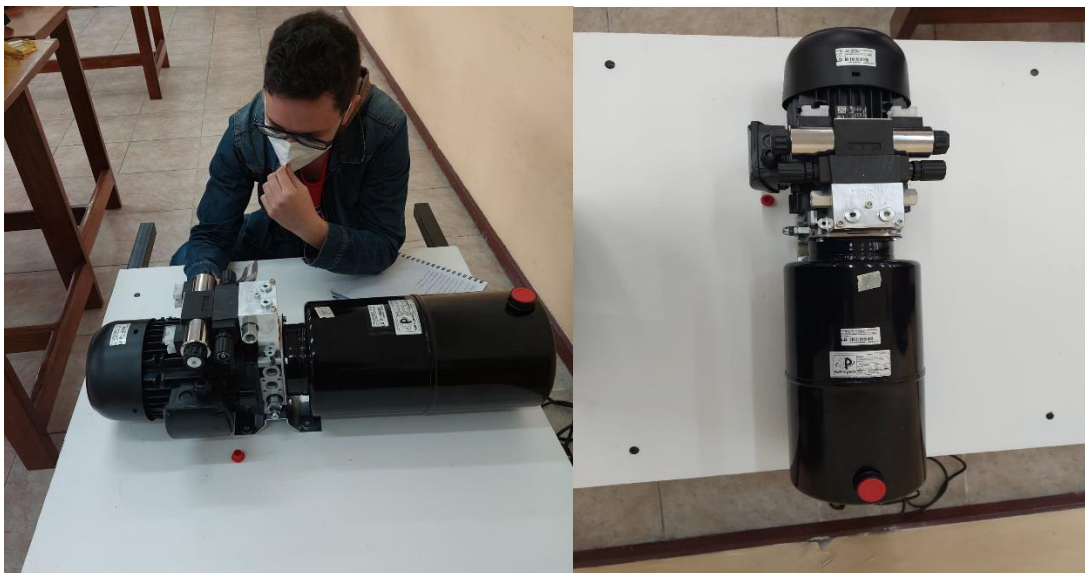


Figura 2.7 Ensamble soporte con unidad hidráulica.

Una vez montada la unidad hidráulica en su respectivo soporte se procedió con el montaje del sistema hidráulico y sus respectivos componentes.



Figura 2.8 Ensamblaje actuadores del sistema hidráulico.

En la Figura 2.8, se aprecia el procedimiento para ubicar los actuadores hidráulicos, para proceder con la conexión de las electroválvulas con su respectiva manguera hidráulica.



Figura 2.9 Ensamblaje electroválvulas del sistema hidráulico.

La Figura 2.9 muestra la ubicación y montaje de las electroválvulas del sistema, para proceder con la conexión de los actuadores y la unidad hidráulica.



Figura 2.10 Ensamblaje de mangueras hidráulicas.

En la Figura 2.10, se observa el procedimiento que se realizó de las conexiones entre los actuadores, electroválvulas y la unidad hidráulica mediante las mangueras hidráulicas.

En la sección 3.2, se muestra el resultado final del ensamblaje del sistema hidráulico.

3 RESULTADOS

3.1 Resultado del análisis de cargas de la estructura

En la Figura 3.1 y Tabla 3.1, se presentan los resultados obtenidos del informe de simulación realizado en la sección 2.2, con referencia a la estructura soporte de la unidad hidráulica.

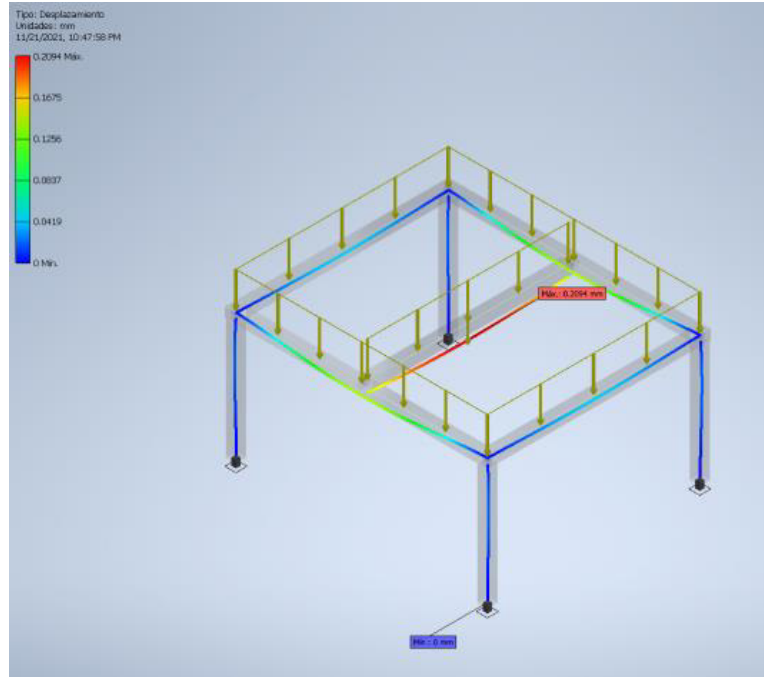


Figura 3.1 Resultado de análisis estructural.

Tabla 3.1 Resumen de resultados de análisis estructural.

NOMBRE		MÍNIMO	MÁXIMO
Desplazamiento		0,000 (mm)	0,209 (mm)
Fuerzas	Fx	-248,249 (N)	248,249 (N)
	Fy	-116,142 (N)	116,142 (N)
	Fz	0,550 (N)	380,569 (N)
Momentos	Mx	-32 066,807 (N·mm)	17 315,591(N·mm)
	My	-34 577,889 (N·mm)	34 344,119 (N·mm)
	Mz	-2 956,428 (N·mm)	2 956,428 (N·mm)
Tensiones normales	Smax	-1,180 (MPa)	11,959 (MPa)
	Smin	-14,484 (MPa)	0,111 (MPa)
	Smax (Mx)	0,000 (MPa)	9,241 (MPa)
	Smin (Mx)	-9,241 (MPa)	-0,000 (MPa)

NOMBRE		MÍNIMO	MÁXIMO
Tensiones normales	Smax (My)	-0,000 (MPa)	9,965 (MPa)
	Smin (My)	-9,965 (MPa)	0,000 (MPa)
	Saxial	-1,296 (MPa)	-0,002 (MPa)
Tensión de corte	Tx	-1,848 (MPa)	1,848 (MPa)
	Ty	-0,865 (MPa)	0,865 (MPa)
Tensiones de torsión	T	-0,567 (MPa)	0,567 (MPa)

Observando los resultados estáticos de la Tabla 3.1, se puede comprobar que la estructura tiene la capacidad de soportar la carga de la unidad hidráulica.

3.2 Módulo final ensamblado

Estructura

En la Figura 3.2, se observa el resultado final del proceso mencionado en la sección 2.3, con respecto a la estructura soporte de la unidad, con su respectiva base. Adicionalmente, en el Anexo III se observan los planos, de forma detallada.



Figura 3.2 Resultado final del ensamblaje de la estructura soporte.

Sistema hidráulico

En la Figura 3.3, se aprecia el resultado final del ensamblaje del sistema hidráulico detallado en la sección 2.3. Este cuenta con: dos cilindros de doble efecto, dos válvulas de cuatro vías y tres posiciones, mangueras hidráulicas, acoples varios y la unidad hidráulica.

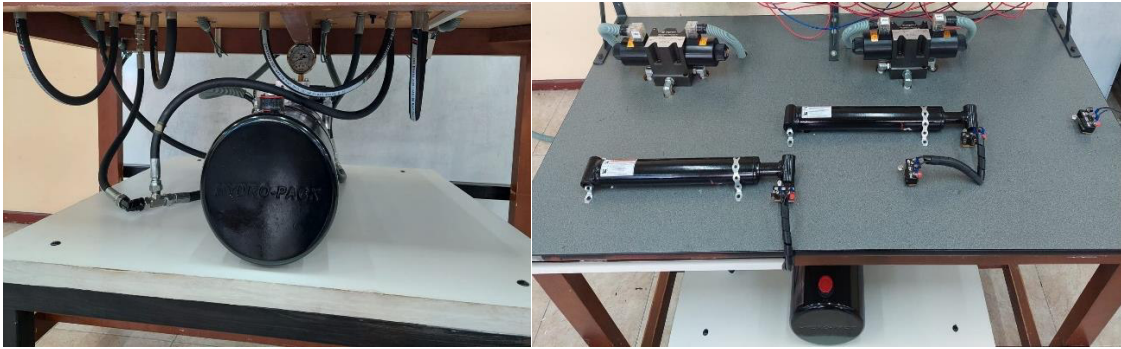


Figura 3.3 Resultado final del ensamblaje del sistema hidráulico.

Estructura y sistema hidráulico final

El módulo Electrohidráulico, está disponible en el LTI (aula 35) de la ESFOT, el cual será utilizado para realizar prácticas de laboratorio de la materia de Fluidos para transmisión de potencia. En la Figura 3.4, se presenta el resultado final del proyecto del componente hidráulico y mecánico.

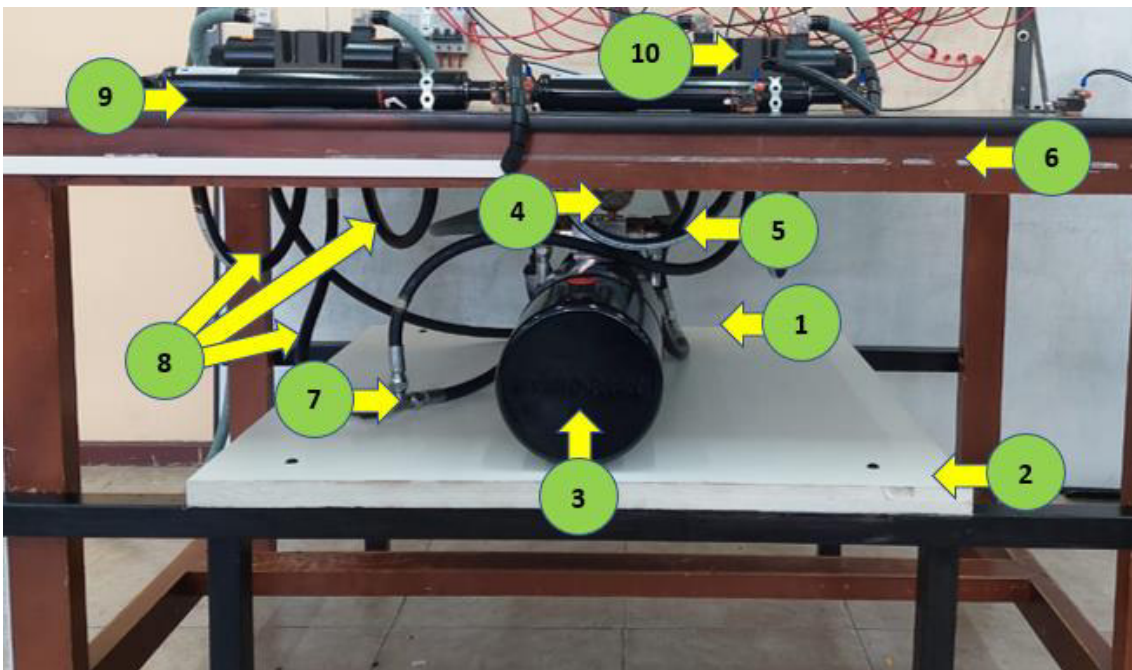


Figura 3.4 Estructura y sistema hidráulico final del módulo.

1. Unidad hidráulica
2. Estructura soporte de la unidad hidráulica.
3. Tanque de almacenamiento de la unidad hidráulica.
4. Manómetro.
5. Válvula reguladora de presión.
6. Mesa principal del módulo.

7. Acoples.
8. Mangueras hidráulicas.
9. Cilindros de doble efecto.
10. Electroválvula 4 vías y 3 posiciones.

3.3 Funcionamiento.

Marcha paro de la unidad hidráulica.

Para la puesta en marcha de la unidad hidráulica, se dispone de un tablero de control, en conjunto del mismo proyecto desarrollado en otro componente, en el cual se dispone de un botón verde para su puesta en marcha y un botón rojo que detiene su funcionamiento. En la Figura 3.5, se observan los botones que realizan esta acción.



Figura 3.5 Botones marcha paro de la unidad hidráulica.

Regulación de la presión de trabajo.

Para regular la presión de trabajo del sistema, éste debe estar encendido para poder evidenciar su variación. La unidad hidráulica posee una válvula reguladora de presión, la cual se encuentra ubicada en la parte superior de la unidad hidráulica, como se observa en la Figura 3.6.

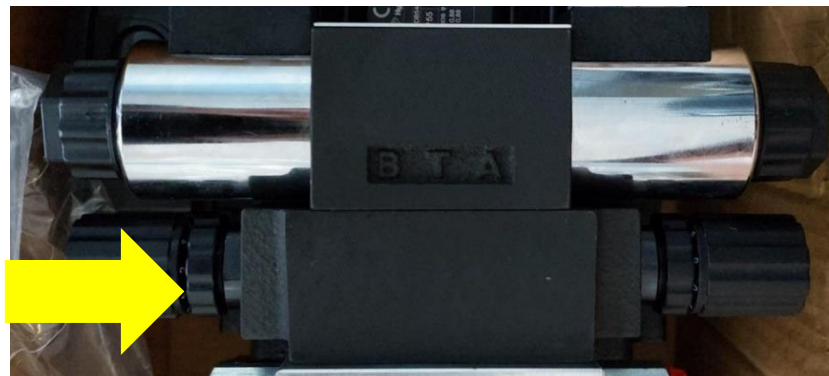


Figura 3.6 Válvula reguladora de presión.

Puesta en marcha del sistema.

Para la puesta en marcha del sistema se debe seguir el procedimiento:

1. Encendido de los termomagnéticos, tanto de control como de la unidad hidráulica (observar la Figura 3.7)
2. Mediante el uso del botón verde observado en la Figura 3.5, se enciende la unidad hidráulica.

Una vez realizado este proceso el módulo está preparado para efectuar cualquier tipo de secuencia que se la realice con ayuda del tablero de control acoplado a este.



Figura 3.7 Termomagnéticos de control y unidad hidráulica.

3.4 Pruebas de funcionamiento

Se plantaron tres pruebas de funcionamiento del módulo en conjunto con el tablero de control.

1. Prueba de fugas.
2. Prueba 1 (Accionamiento manual de cilindros simultáneamente).
3. Prueba 2 (Circuito en cascada).

Prueba de fugas

Para realizar una prueba de fugas se estableció la posición de las electroválvulas que se observa en la Figura 3.8, esta configuración permitirá un flujo continuo entre todo el sistema hidráulico, lo cual, mediante una inspección visual, permite ubicar cualquier tipo de fuga en el sistema como se observa en la Figura 3.9. En las mangueras donde se originan fugas, se realizó un ajuste con ayuda de una llave de pico y los casos necesarios agregar un material sellante en las roscas de los acoples (teflón).

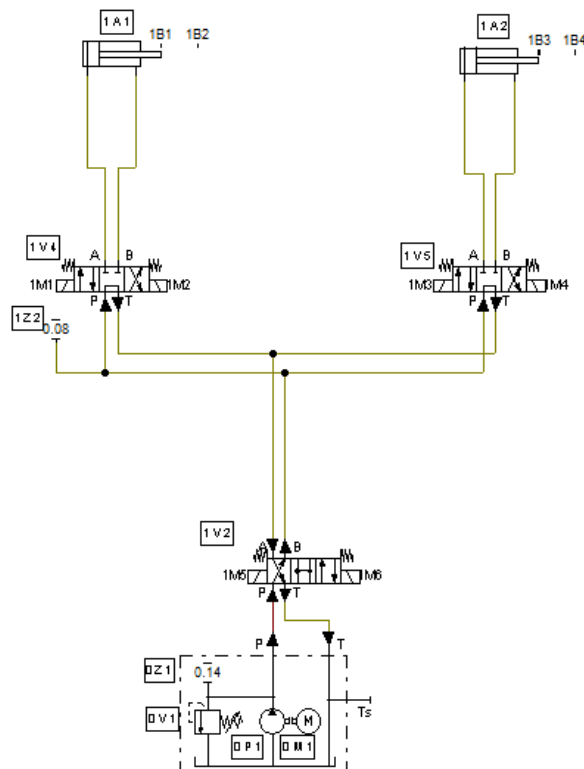


Figura 3.8 Configuración para prueba de fugas.



Figura 3.9 Problema de fuga.

Prueba 1 (Accionamiento manual de cilindros simultáneamente)

Para la primera prueba se realizó un diagrama camino paso (ver la Figura 3.10) de la secuencia que deben seguir los cilindros hidráulicos. Además, en la Figura 3.11 y Figura 3.12, se muestra el diagrama de control realizado en el tablero de control, para que lo pueda efectuar.

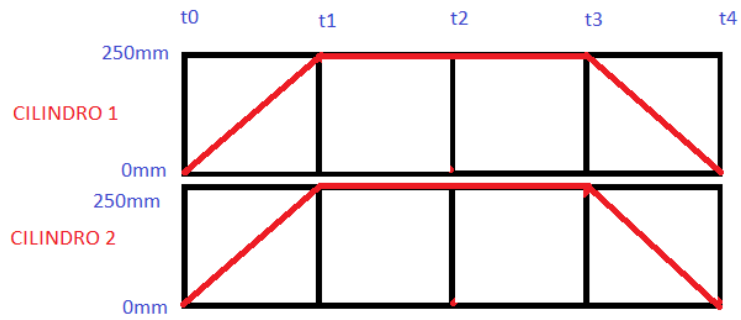


Figura 3.10 Diagrama camino paso de la prueba 1.

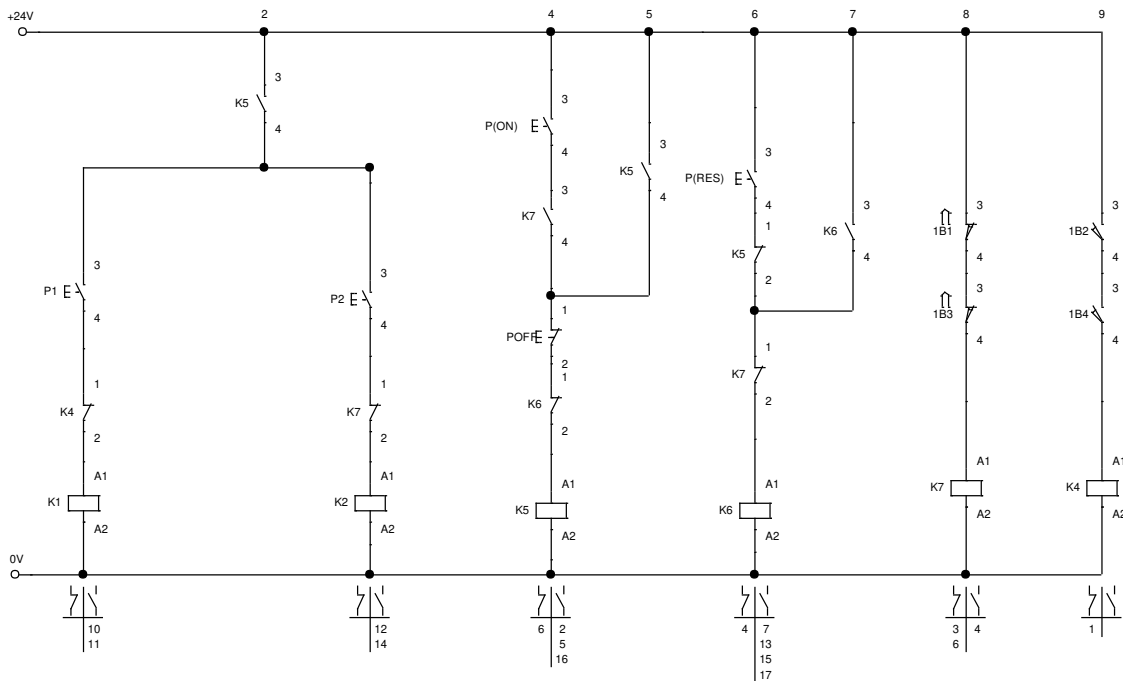


Figura 3.11 Diagrama de control de la prueba 1 (Control).

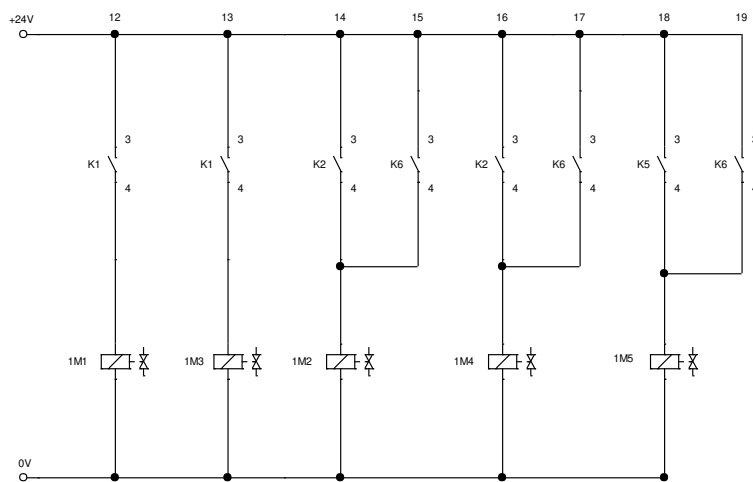


Figura 3.12 Diagrama de control de la prueba 1 (Potencia).

Prueba 2 (Circuito en cascada)

De igual manera que en la prueba 2, se estableció un diagrama camino paso (ver la Figura 3.13), con una secuencia mucho más compleja, la cual es capaz de realizar los cilindros hidráulicos, con su respectivo diagrama de control, presentado en la Figura 3.14 y Figura 3.15.

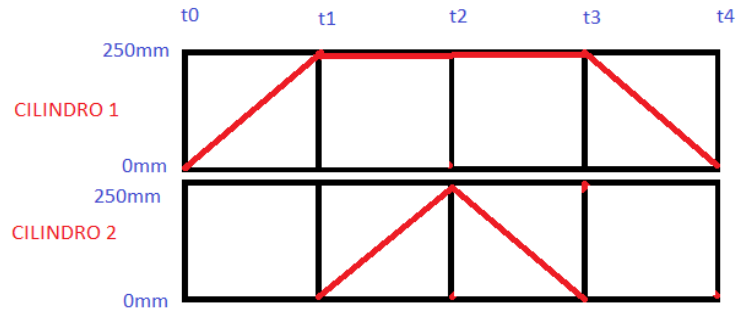


Figura 3.13 Diagrama camino paso de la prueba 2.

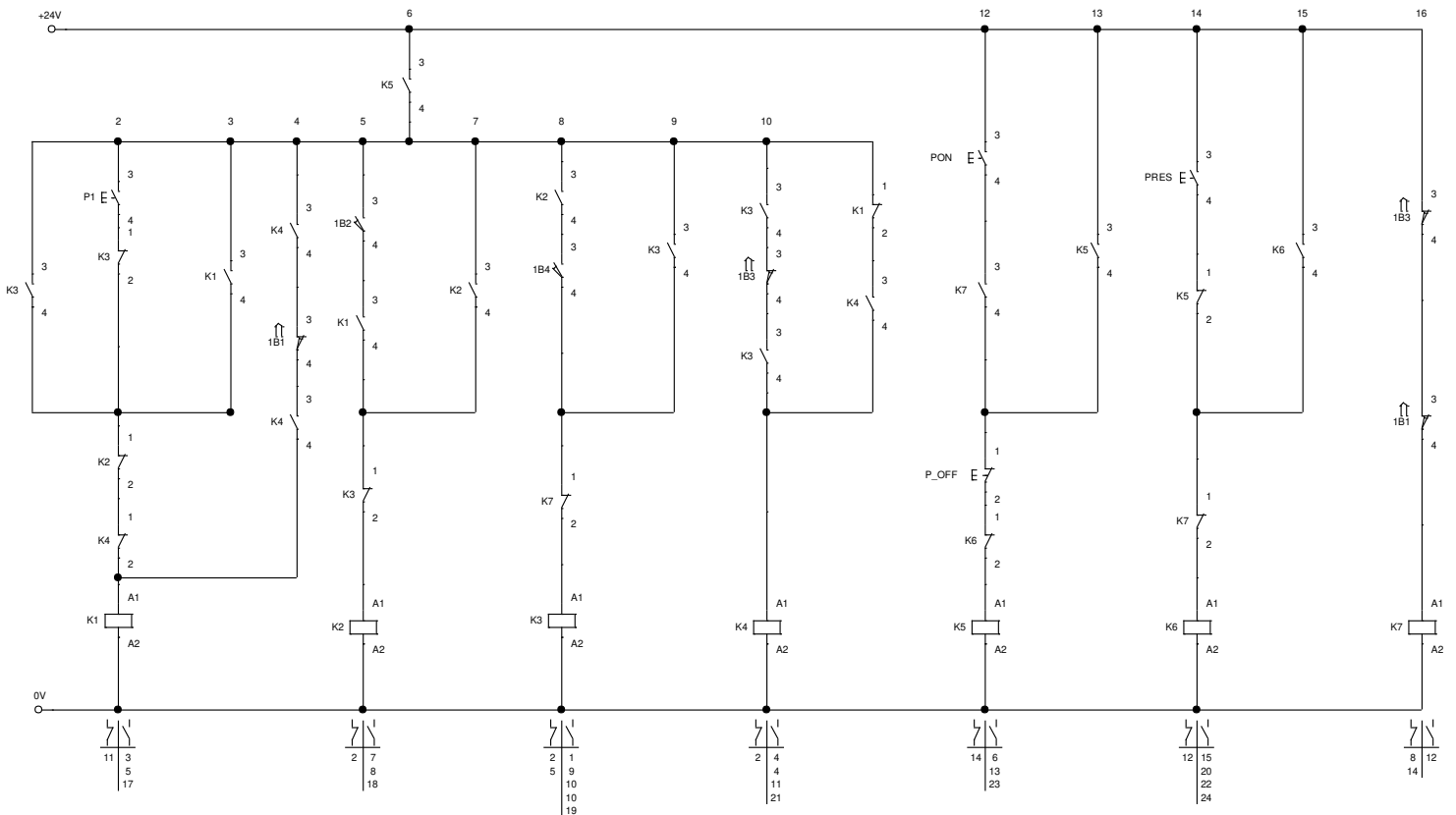


Figura 3.14 Diagrama de control de la prueba 2 (Control).

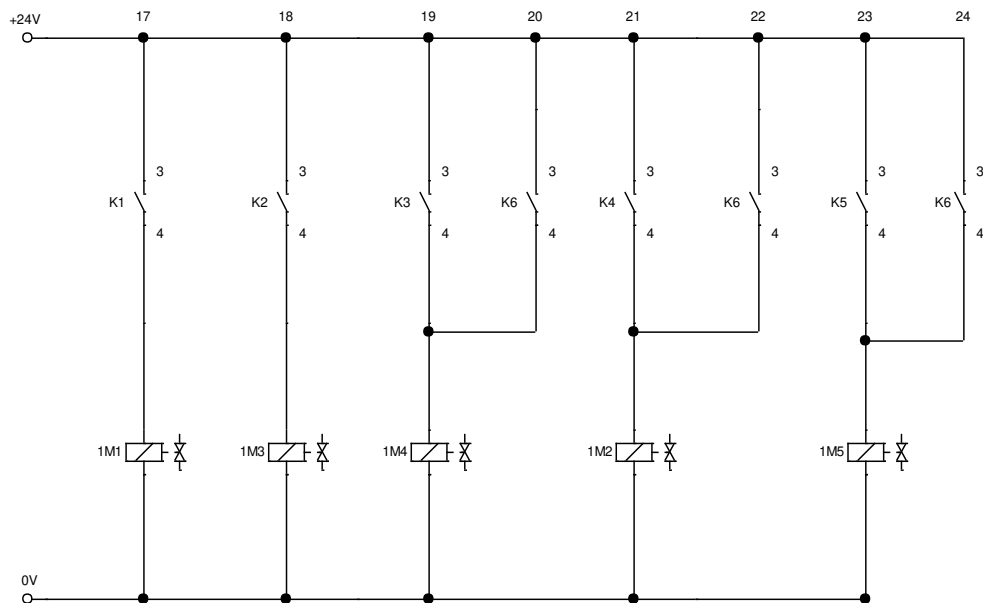


Figura 3.15 Diagrama de control de la prueba 2 (Potencia).

Se realizó un video en el que se muestra de una mejor manera, las pruebas de funcionamiento realizadas con el módulo y sus resultados, dicho video se lo observa escaneando el código QR de la Figura 3.16 o a su vez ingresando al enlace de este.



Figura 3.16 Código QR del video de las pruebas de funcionamiento.

Enlace (<https://youtu.be/cPd5pCNP HQ8>)

Resultados prueba 1

Para obtener los resultados se desarrolló una tabla como se observa en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3. En las dos pruebas se toman datos de tiempo de ambos cilindros, trabajando en varias presiones.

Tabla 3.2 Resultados prueba 1.

Presión (psig)	Cilindro 1				Cilindro 2			
	T0-T1 (S)	T1-T2 (S)	T2-T3 (S)	T3-T4 (S)	T0-T1 (S)	T1-T2 (S)	T2-T3 (S)	T3-T4 (S)
300	4,90	0	0	2,86	4,90	0	0	2,86
400	5,01	0	0	3,33	5,01	0	0	3,33
500	4,87	0	0	4,52	4,87	0	0	4,52
600	4,96	0	0	3,81	4,96	0	0	3,81
700	5,01	0	0	4,29	5,01	0	0	4,29

Resultados prueba 2:

Tabla 3.3 Resultados prueba 2.

Presión (psig)	Cilindro 1				Cilindro 1			
	T0-T1 (S)	T1-T2 (S)	T2-T3 (S)	T3-T4 (S)	T0-T1 (S)	T1-T2 (S)	T2-T3 (S)	T3-T4 (S)
300	4,98	0	0	1,62	0	3,72	1,75	0
400	4,62	0	0	1,47	0	3,51	1,64	0
500	4,48	0	0	1,31	0	3,39	1,52	0
600	4,15	0	0	1,09	0	3,11	1,34	0
700	3,97	0	0	1,00	0	2,98	1,16	0

3.5 Manuales de uso y mantenimiento.

Para una mejor comprensión del funcionamiento del módulo y las debidas precauciones que se debe tener en cuenta al momento de su uso, se estableció un manual de uso y mantenimiento en el que se detalla de manera específica el correcto uso del módulo y cómo realizar su respectivo mantenimiento en caso de que lo requiera y la frecuencia que se lo debe realizar. Dichos manuales se los observa en el Anexo IV.

De igual manera se realizó un video demostrativo del correcto uso y mantenimiento del módulo, se puede acceder a este video escaneando el código QR de la Figura 3.17, o a su vez ingresando con su respectivo enlace.



Figura 3.17 Código QR del video de manual de uso y mantenimiento

Enlace (<https://youtu.be/qrSWzHVne9U>)

3.6 Hojas guías

Se desarrollaron 2 hojas guías, que apoyen los laboratorios de la materia de fluidos para transmisión de potencia. Las hojas guías se detallan en el Anexo V.

Práctica 1 (Circuito manual de dos cilindros)

En la práctica 1, se establece una hoja guía en la cual los estudiantes, sean capaces de efectuar una secuencia manual, de manera introductoria al uso del módulo, la hoja guía de la práctica detalla el diagrama camino paso que debe seguir los cilindros hidráulicos, además, se muestra su respectivo diagrama de control, que se debe realizar en el tablero de control.

Práctica 4 (Circuito en cascada)

En la práctica 4, la hoja guía establece una secuencia más compleja, la cual es capaz de efectuar el módulo. De igual manera que la hoja guía de la práctica 1, ésta detalla el diagrama camino paso que deben seguir los cilindros hidráulicos, con su respectivo diagrama de control.

4 CONCLUSIONES

- Analizar detenidamente los requerimientos técnicos al inicio del proyecto ayudó a desarrollar una estructura y sistema adecuado para el buen funcionamiento del módulo didáctico, lo que facilita la interacción tanto de los estudiantes como el docente.
- El modelado 3D del módulo en Inventor, ayudó a tener una mejor idea de la cantidad de elementos y materiales necesarios para fabricar la estructura soporte de la unidad hidráulica y de igual manera para ensamblar el sistema hidráulico.
- El uso de soldadura SMAW mediante electrodo E6011 fue indispensable para la fabricación de la estructura, debido a que el uso de este proceso es el más adecuado para fabricar estructuras más robustas y resistentes capaces de soportar grandes cargas.
- Finalizando las pruebas de fugas se observa que, el uso de roscas NPT, tanto para mangueras hidráulicas como para acoples es la mejor selección, debido a que se obtiene una mejor sujeción entre éstos, permitiendo un mejor sellado, evitando cualquier tipo de fuga del fluido hidráulico.
- El control de los actuadores hidráulicos es muy complejo debido a la configuración que presentan las electroválvulas, estas no permiten un retorno independiente, por lo que al momento de realizar el uso del módulo se debe tener precauciones con las contrapresiones generadas en el sistema, esto fue identificado en el desarrollo de las pruebas de funcionamiento.
- De acuerdo con las pruebas de funcionamiento realizadas al módulo, se observó que en la salida de los cilindros presentan una menor presión, que, al momento de su retorno, esto se debe a la configuración que presentan las electroválvulas ocasionando que la presión se divida en la salida de los cilindros.

5 RECOMENDACIONES

- Se debe usar como guía los catálogos de los fabricantes de elementos hidráulicos, esto permite evitar cualquier posible falla en el montaje del sistema.
- Para tener un diseño más compacto del sistema hidráulico, se recomienda, realizar una estructura lo más cercana a los elementos del sistema, mediante esto, se evita el uso de mangueras de longitudes demasiado extensas.
- Se recomienda tener un bosquejo 3D, lo más aproximado al diseño real a implementar, esto permitirá tener un resultado con la menor cantidad de inconvenientes, evitando posibles resultados no deseados.
- Para la selección de acoples de mangueras hidráulicas y los acoples para poder realizar su respectiva unión, usar roscas NPT, en caso de no poder cumplir con este requerimiento, utilizar un elemento sellante para otro tipo de rosca seleccionada (Teflón).
- Para evitar posibles contrapresiones en el sistema, acoplar en los retornos al tanque de almacenamiento válvulas antirretorno, esto a su vez permitirá que se tenga un control mucho más sencillo del sistema.
- Con la finalidad de salvaguardar la vida útil del módulo, se debe utilizar el manual de uso y mantenimiento desarrollado.
- Para realizar las respectivas prácticas planificadas, tener en cuenta las recomendaciones dadas por el docente y los circuitos de control detallados en las hojas guías, mediante esto se podrá obtener los resultados esperados de las prácticas planteadas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE_INEN_ISO_4413, Quito, 2014.
- [2] Autodesk, «Inventor,» 2021. [En línea]. Available: <https://autode.sk/3qSTgqg>. [Último acceso: 04 Enero 2022].
- [3] Servimangueras, «MANGUERAS HIDRÁULICAS - INDUSTRIALES - AUTOMOTRICES,» Quito, 2021.
- [4] C. Medina, «Sistemas Oleohidráulicos,» de *Desarrollo industrial*, Buenos Aires, 2010, pp. 62-69.
- [5] M. G. G. Obando, de *Simulación de un módulo oleohidráulico para el uso de los estudiantes en la Escuela de Formación de Tecnólogos*, Quito, 2020, pp. 6-11.
- [6] J. J. Sánchez, de *Dispositivo Electrónico Automatizado con Electroválvulas para el control de fugas de gas domiciliario*, Bogotá, 2008, pp. 56-57.
- [7] Atos, «Solenoid directional valves,» 2021. [En línea]. Available: <https://bit.ly/34qv07i>. [Último acceso: 04 Enero 2022].
- [8] CAPRONI, «Directional Control Valves Certop5,» de *Electrical Control*, Bulgaria, 2015, pp. 1-7.
- [9] C. E. V. Hermo, de *Caracterización y Desarrollo de control de un Actuador Hidráulico de doble efecto rotativo*, Morelia, 2013, pp. 8-9.
- [10] Parker, «Metric Ports: Which Fitting Goes With Which Metric Port?,» 18 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://prker.co/3rghPxx>. [Último acceso: 9 Enero 2022].

7 ANEXOS

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin.

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular.

ANEXO III. Planos y esquemas.

ANEXO IV. Manual de uso y mantenimiento del sistema hidráulico.

ANEXO V. Hojas guías.

ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

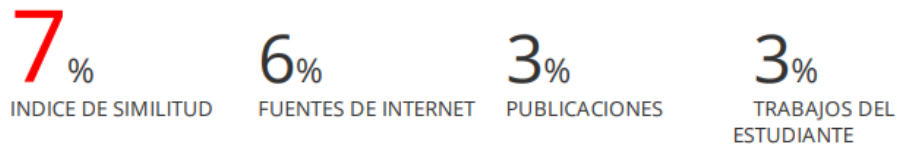
DMQ, 16 de febrero de 2022

Yo, Hugo Francisco Zúñiga Puebla, como Director del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin, en el documento se ha considerado todas las secciones desde el resumen hasta las recomendaciones.

Fecha de entrega: 07-feb-2022 06:31p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1757235758
Nombre del archivo: TIC_Lopez_Alejandro.pdf (2.45M)
Total de palabras: 6301
Total de caracteres: 31259

TIC_Lopez_Alejandro

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1 %
2	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1 %

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias Apagado
Excluir bibliografía Apagado



Firmado electrónicamente por:
**HUGO FRANCISCO
ZUNIGA PUEBLA**

DIRECTOR

Ing. Hugo Francisco Zúñiga Puebla., MSc.

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 7 de febrero de 2022

Yo, Hugo Francisco Zúñiga Puebla, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de la estructura y sistema hidráulico del módulo electrohidráulico, el cual fue implementado por el estudiante Victor Alejandro López Olalla.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.



Firmado electrónicamente por:
**HUGO FRANCISCO
ZUNIGA PUEBLA**

DIRECTOR

Ing. Hugo Francisco Zúñiga Puebla, MSc.

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 7 | Oficina 03

Correo: hugo.zuniga@epn.edu.ec | Ext: 2745

ANEXO III: PLANOS Y ESQUEMAS

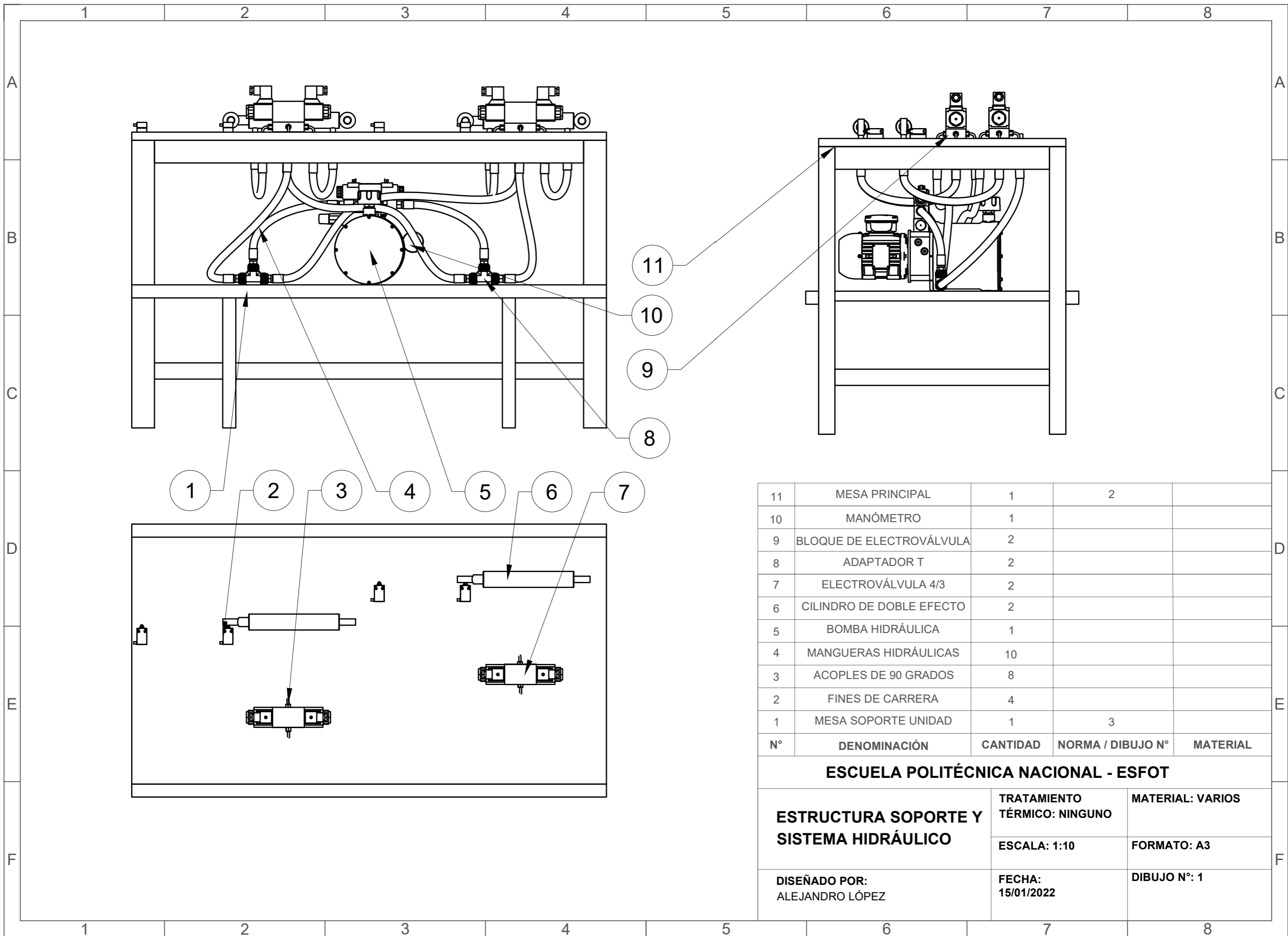
Contenido:

Dibujo No. 1: Estructura soporte y sistema hidráulico.

Dibujo No. 2: Mesa principal.

Dibujo No. 3: Estructura soporte.

Dibujo No. 4: Base soporte.



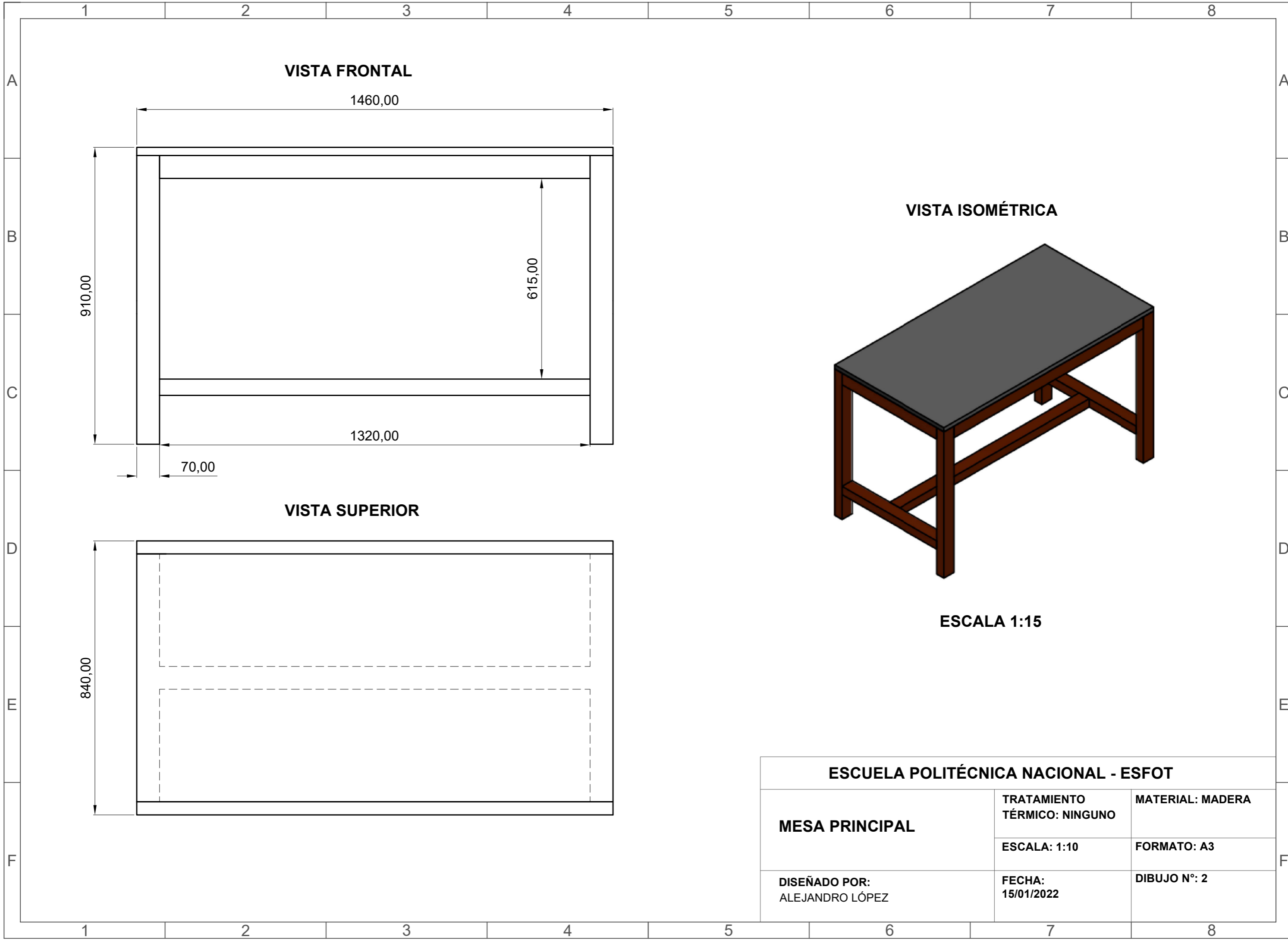
11	MESA PRINCIPAL	1	2	
10	MANÓMETRO	1		
9	BLOQUE DE ELECTROVÁLVULA	2		
8	ADAPTADOR T	2		
7	ELECTROVÁLVULA 4/3	2		
6	CILINDRO DE DOBLE EFECTO	2		
5	BOMBA HIDRÁULICA	1		
4	MANGUERAS HIDRÁULICAS	10		
3	ACOPLES DE 90 GRADOS	8		
2	FINES DE CARRERA	4		
1	MESA SOPORTE UNIDAD	1	3	
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

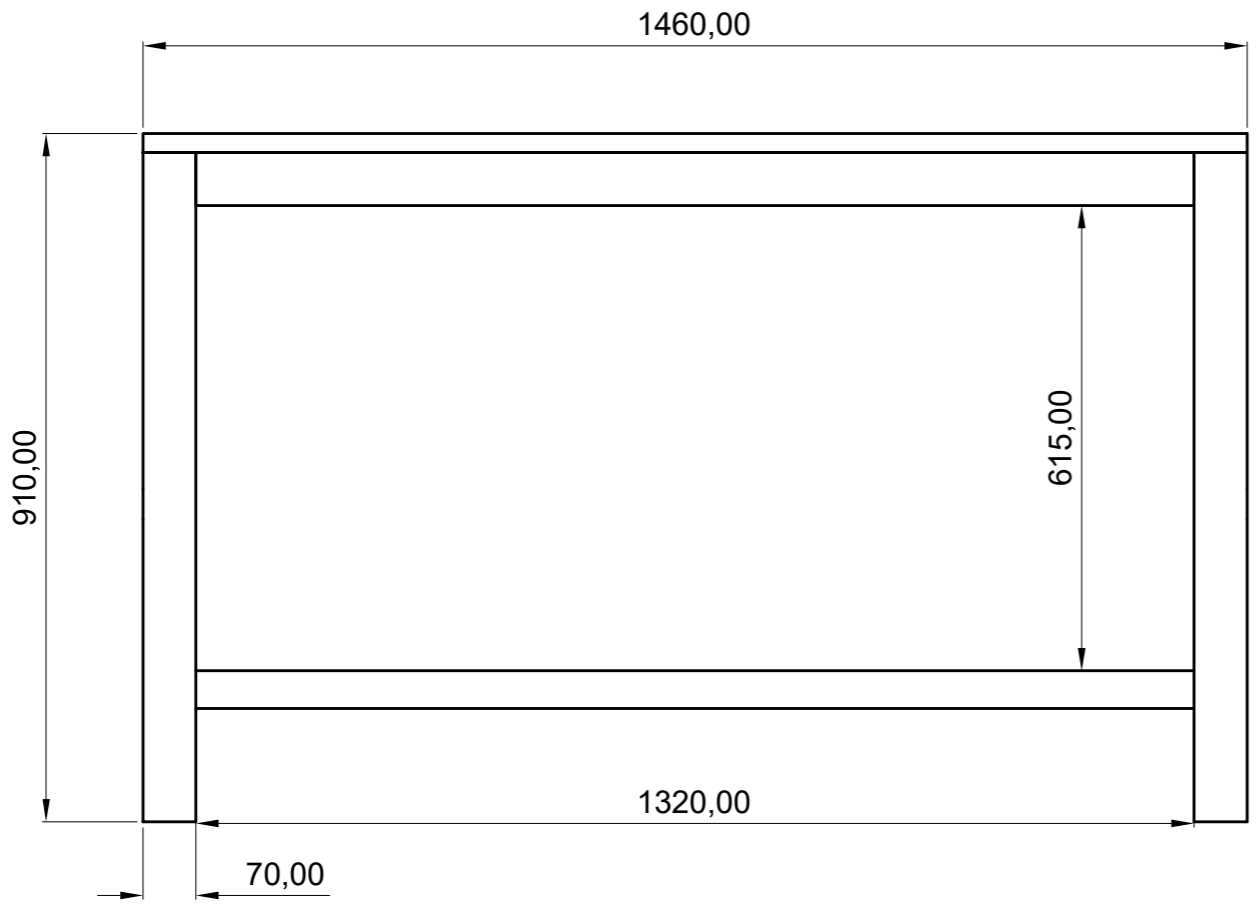
ESTRUCTURA SOPORTE Y SISTEMA HIDRÁULICO

TRATAMIENTO TÉRMICO: NINGUNO	MATERIAL: VARIOS
ESCALA: 1:10	FORMATO: A3
FECHA: 15/01/2022	DIBUJO N°: 1

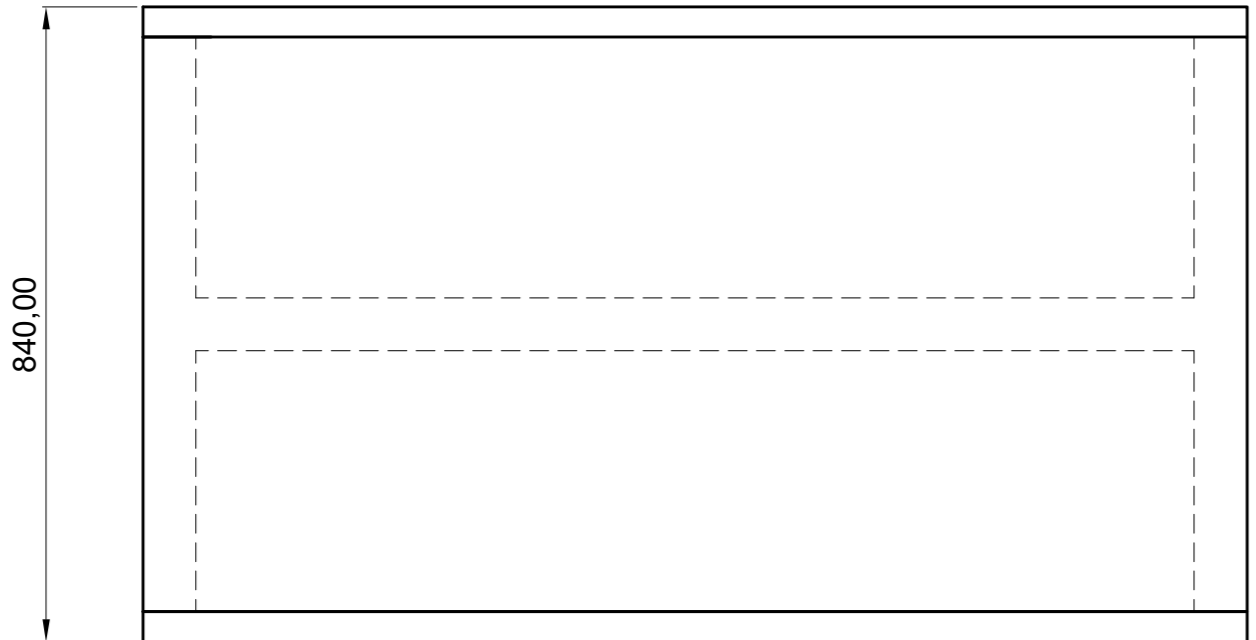
DISEÑADO POR:
ALEJANDRO LÓPEZ



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



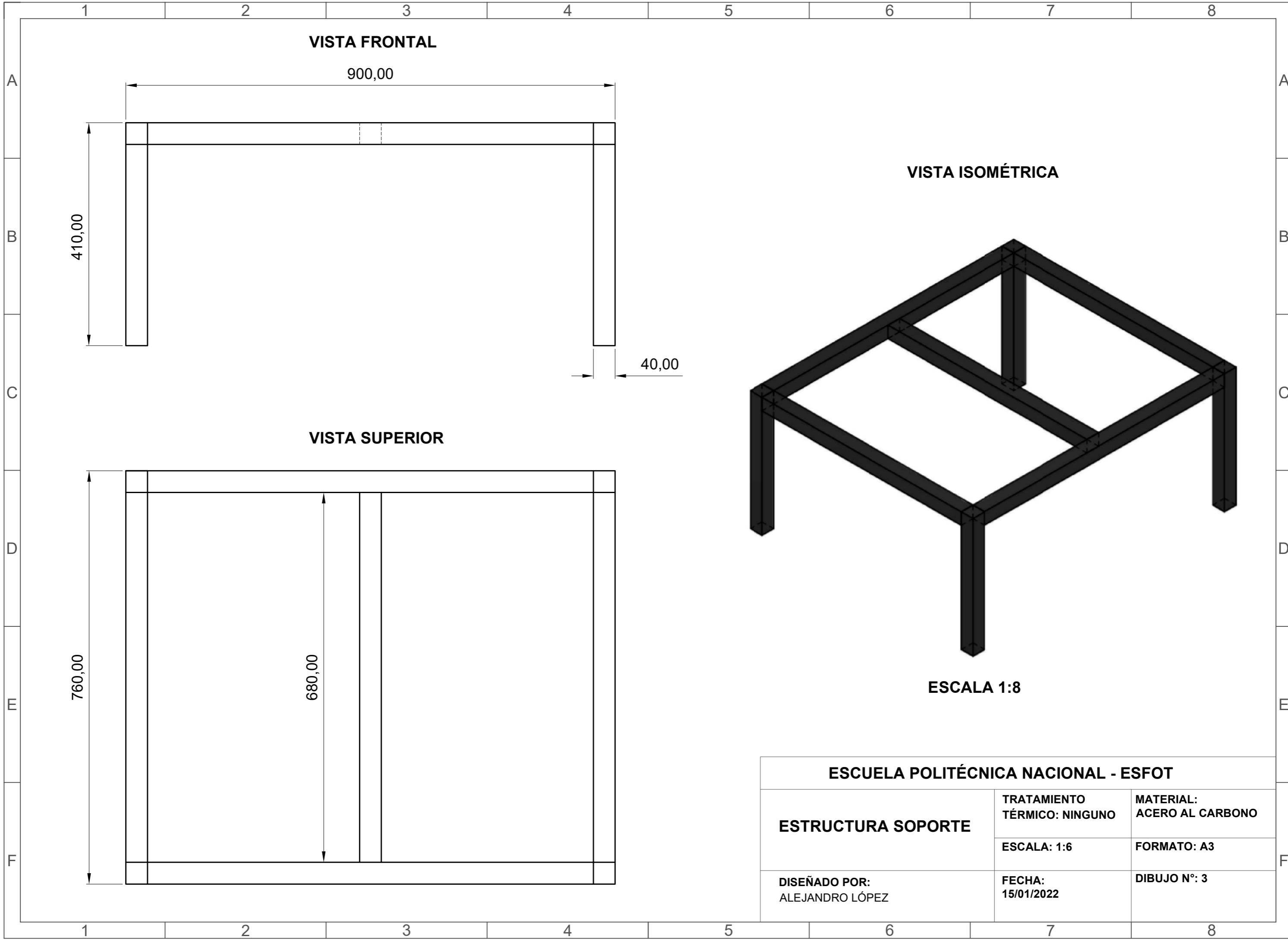
VISTA ISOMÉTRICA



ESCALA 1:15

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

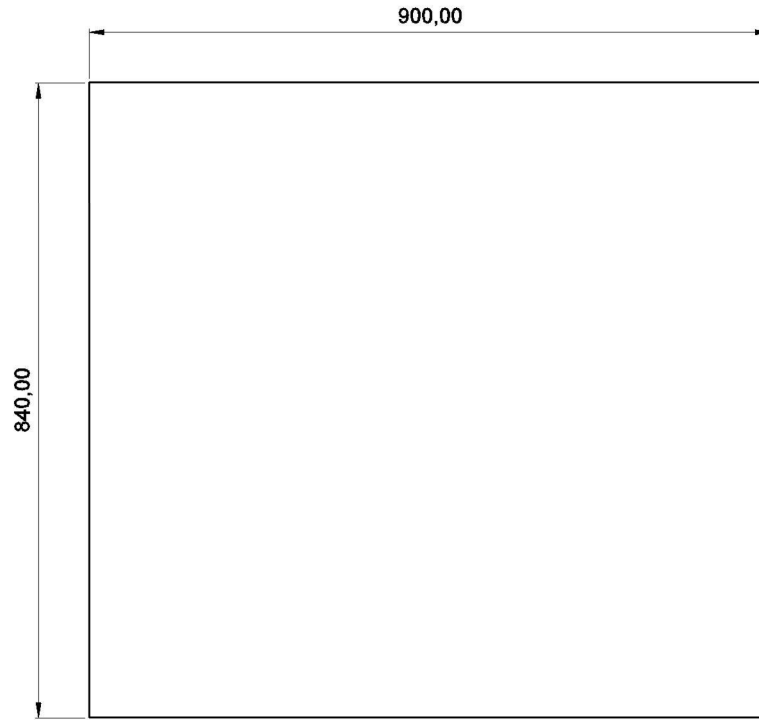
MESA PRINCIPAL	TRATAMIENTO TÉRMICO: NINGUNO	MATERIAL: MADERA
	ESCALA: 1:10	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: ALEJANDRO LÓPEZ	FECHA: 15/01/2022	DIBUJO N°: 2



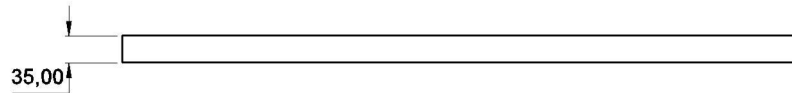
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

ESTRUCTURA SOPORTE	TRATAMIENTO TÉRMICO: NINGUNO	MATERIAL: ACERO AL CARBONO
	ESCALA: 1:6	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: ALEJANDRO LÓPEZ	FECHA: 15/01/2022	DIBUJO N°: 3

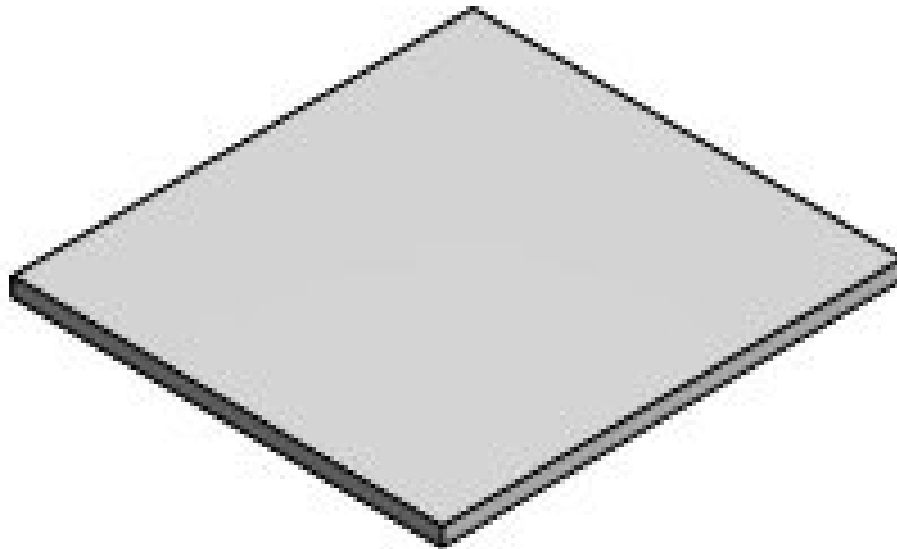
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA ISOMÉTRICA



ESCALA 1:11

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

BASE SOPORTE

**TRATAMIENTO
TÉRMICO: NINGUNO**

**MATERIAL:
MELAMINA**

ESCALA: 1:10

FORMATO: A4

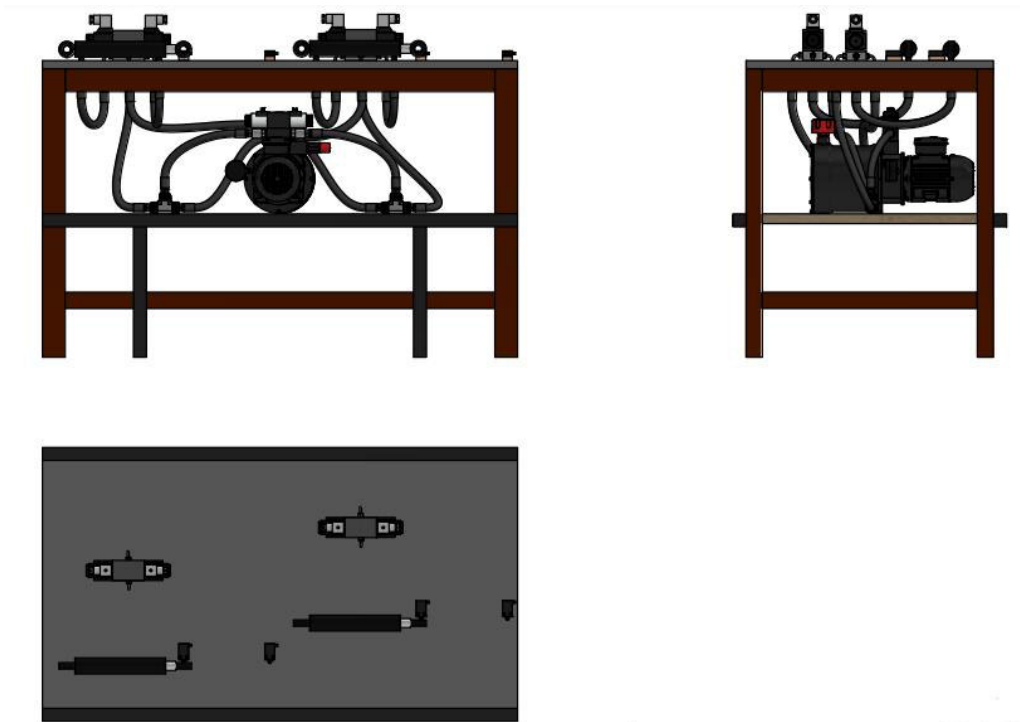
**DISEÑADO POR:
ALEJANDRO LÓPEZ**

**FECHA:
15/01/2022**

DIBUJO N°: 4

**ANEXO IV: MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO SISTEMA
HIDRÁULICO**

MANUAL DE USO



1. Realizar un chequeo visual, de acoples y mangueras, verificando si existe algún tipo de fuga del líquido hidráulico.
2. Ajustar la válvula reguladora de presión ubicada en la parte superior de la unidad hidráulica, de acuerdo con las instrucciones del tutor.
3. Utilizar tablero de control general, para poder realizar el arranque y paro del motor (se dispone de un botón de arranque y paro).
4. Encender los breakers de protección, tanto de la parte de potencia como de control del motor de la unidad hidráulica.
5. Pulsar el botón verde con la nomenclatura ON, en el tablero de control para su puesta en marcha.
6. Observar con ayuda del manómetro instalado en la parte superior del acople motor-tanque, si la bomba está trabajando con el nivel de presión adecuado.

El siguiente procedimiento se lo realiza a la par con el uso del tablero de control electromecánico.

7. Realizar todas las conexiones pertinentes en el tablero de control, para poder efectuar cualquier tipo de simulación, obteniendo el desplazamiento de los dos cilindros hidráulicos.

8. Terminar la práctica, con el apagado de la unidad, utilizando el control electromecánico, retornando los cilindros a su posición inicial.
9. Proceder con el paro del motor de la unidad hidráulica, para esto se deberá presionar el botón rojo de "OFF", ubicado en el tablero de control.
10. Evitar cualquier activación inoportuna, para esto se debe colocar tanto el breaker de potencia y de control de la unidad en su posición de apagado, una vez hecho este procedimiento, se puede tener la seguridad de un sistema totalmente, desenergizado.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

MÓDULO DIDÁCTICO ELECTROHIDRÁULICO PARA EL CONTROL DE DOS CILINDROS HIDRÁULICOS			
Lugar: Laboratorio de Tecnología Industrial (LTI-ESFOT)			
Actividad	Frecuencia		
	En cada uso	Trimestral	Anual
Identificar ruidos inusuales y vibraciones excesivas.	X		
Inspección visual de fugas en la base de las electroválvulas.	X		
Inspección visual de fugas en uniones roscadas.	X		
Revisar el nivel de aceite en el tanque.		X	
Verificar que la base y los pernos de sujeción de la unidad hidráulica se encuentren ajustados.		X	
Controlar la presión nominal de la bomba.			X
Chequear el calentamiento del motor.	X		
Otras Actividades	Frecuencia		
	En cada uso	Trimestral	Anual

Observaciones
<p style="text-align: center; margin-top: 100px;">Realizado por: _____</p>

POSIBLES FALLAS

Elemento	Falla	Mantenimiento
Acoples	Filtración de aceite	Realizar un ajuste con mayor presión y si la fuga persiste; desarmar y colocar teflón en la sección roscada.
Bomba	Presión insuficiente	Desmontar bomba y reemplazar piezas desgastadas.
Unidad hidráulica	Vibración	Ajustar los pernos de sujeción de la unidad hidráulica.
Base de electroválvulas	Filtración de aceite	Retirar electroválvula y cambiar los empaques de las uniones.
Mangueras	Fuga de aceite	Reemplazar la manguera hidráulica por una nueva, respetando la presión indicada.
Motor	Calentamiento	Limpiar hélices del ventilador, en caso de existir hélices rotas; adquirir un ventilador nuevo.
Cilindros	Fuga de aceite en sus entradas	Renovar los acoples de conexión, y sus empaques.

ANEXO V: HOJAS GUÍAS



GUÍA DE PRÁCTICAS
LABORATORIO X TALLER
No. Práctica: 02

CARRERA: TSASA _____ TSDS _____ TSEM ___X___ TSRT _____

ASIGNATURA: Fluidos para transmisión de potencia **CÓDIGO:** _____

GRUPO: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL DOCENTE:

1. PROPOSITO DE LA PRACTICA:

Accionar cilindros de doble efecto de forma manual, mediante control electromecánico.

2. OBJETIVO GENERAL:

Simular una secuencia de forma manual con dos cilindros hidráulicos mediante el diseño electromecánico que permita el accionamiento de electroválvulas.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 3.1. Simular el circuito electrohidráulico en el software FluidSim de Festo.
- 3.2. Familiarizar al estudiante con los componentes esenciales de un módulo electrohidráulico.
- 3.3. Realizar las conexiones electromecánicas para el accionamiento de las electroválvulas.
- 3.4. Regular presión para variar las velocidades de desplazamiento de los cilindros, con ayuda de válvula reguladora de presión.
- 3.5. Medir los tiempos en lo que se desplazan los cilindros.
- 3.6. Obtener el diagrama de Posición vs Tiempo de los 2 cilindros hidráulicos.

4. INFORMACION:

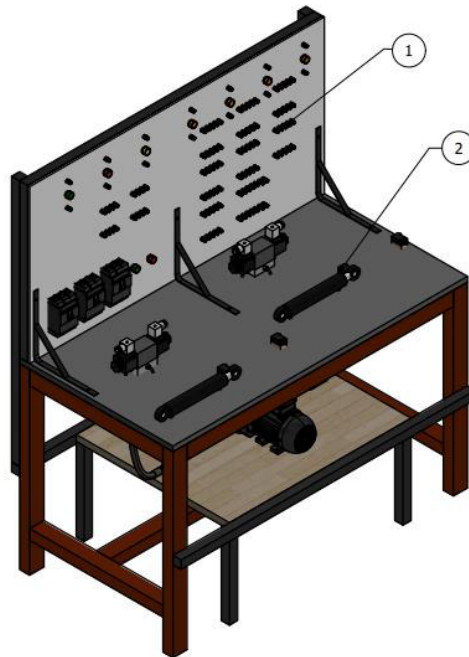


Figura 1 Esquema general del módulo didáctico.

- 1: Tablero de control.
- 2: Estructura sistema hidráulico

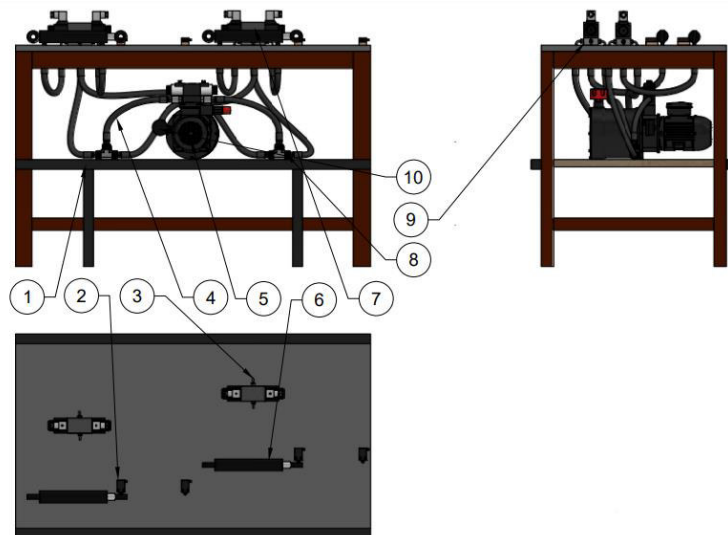


Figura 2 Esquema general de la estructura sistema hidráulico.

- 1: Mesa soporte.
- 2: Fines de carrera.
- 3: Acoples de 90 grados.
- 4: Mangueras hidráulicas.
- 5: Bomba hidráulica.
- 6: Cilindro de doble efecto.
- 7: Electroválvula 5/3.
- 8: Adaptador T.
- 9: Bloque electroválvula.
- 10: Manómetro.

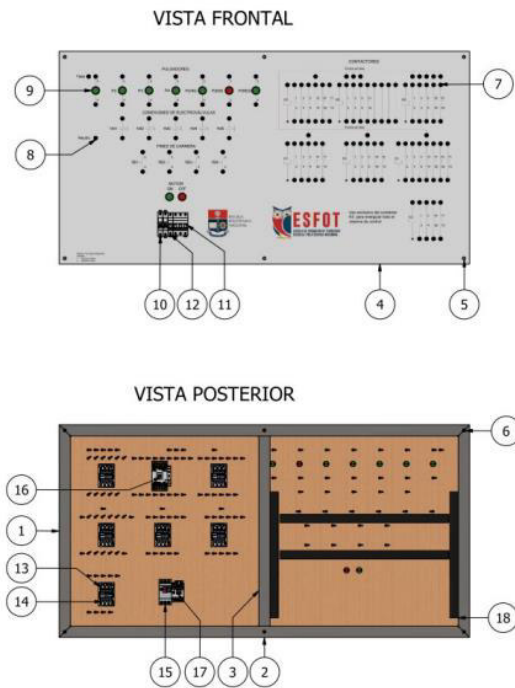


Figura 3 Esquema general del tablero de control.

- 1, 2, 3, 4, 5 y 6: Estructura soporte del tablero de control.
 7 y 8: Borneras Jack hembra 4mm.
 9: Pulsadores
 10: Breaker 1P de 6 (A) de control y potencia electroválvulas.
 11: Breaker 3P de 20 (A) de potencia del motor.
 12: Breaker 1P de 6 (A) de control de motor.
 13: Contactor de 9 (A).
 14: Bloque de contactos auxiliares 2NO+NC.
 15: Guardamotor 6-10 (A).
 16: Contactor LS de 9 (A) para encendido del circuito de control.
 17: Contactor DACO de 22 (A) para encendido de motor.

5. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS:

- **Material**
 Multímetro
 Cables de conexión Jack banana 4mm
 Taípe
 Alicates
 Destornillador plano y estrella
- **Equipo**
 Módulo electrohidráulico para la simulación de secuencias de 2 cilindros.

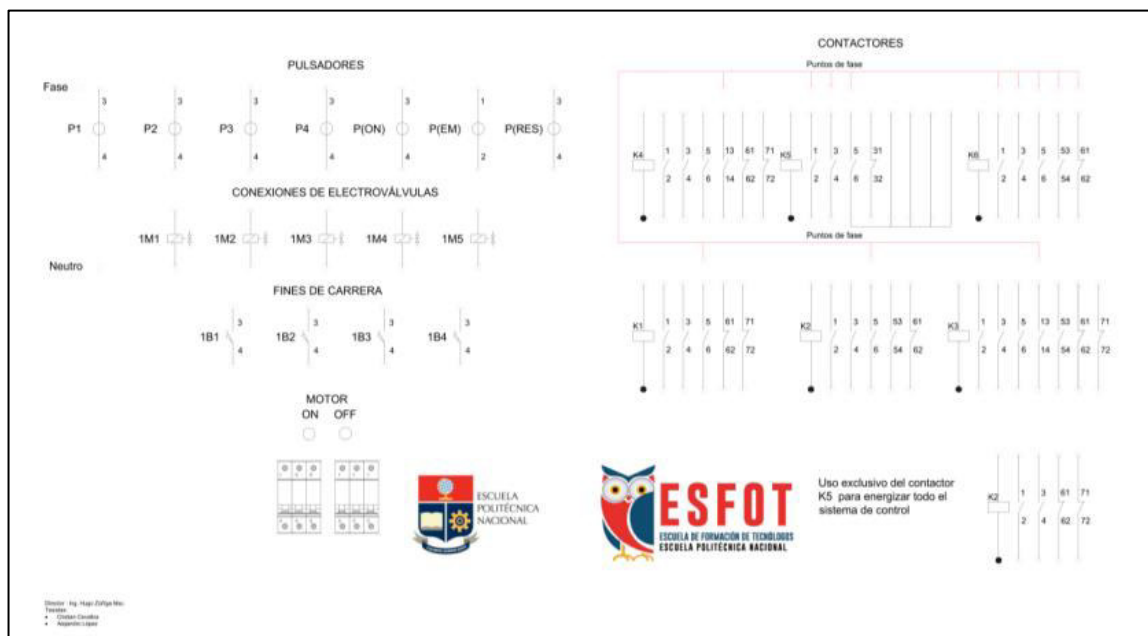


Figura 4 Esquema del tablero de control de las electroválvulas.

- 1M1 Solenoide electroválvula cilindro 1
- 1M3 Solenoide electroválvula cilindro 2
- 1M2 Solenoide electroválvula cilindro 1
- 1M4 Solenoide electroválvula cilindro 2
- 1M5 Solenoide electroválvula unidad hidráulica
- P1 Pulsador 1
- P2 Pulsador 2
- P3 Pulsador 3
- P4 Pulsador 4
- P(ON) Pulsador de encendido
- P(EM) Pulsador de paro
- P(RES) Pulsador de reinicio
- 1B1 Fin de carrera 1
- 1B2 Fin de carrera 2
- 1B3 Fin de carrera 3
- 1B4 Fin de carrera 4

6. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTO DE LA PRACTICA:

- 6.1. Prestar atención a las indicaciones generales por parte del instructor.
- 6.2. Verificar que los breakers de alimentación al tablero de control se encuentren desactivados.
- 6.3. Armar el circuito de control simulado en el software FluidSim de la Figura 6 y 7.
- 6.4. Verificar que las conexiones estén correctamente realizadas.
- 6.5. Activar los breakers de alimentación del tablero de control.
- 6.6. Activar el breaker de alimentación de la unidad hidráulica.
- 6.7. Tomar los tiempos de desplazamiento de los cilindros.
- 6.8. Regular la presión de la unidad hidráulica, mediante la variación de apertura de la válvula reguladora de presión.
- 6.9. Registrar los valores obtenidos en la Tabla 1 para diferentes valores presión.
- 6.10. Obtener el diagrama de posición vs tiempo del circuito.

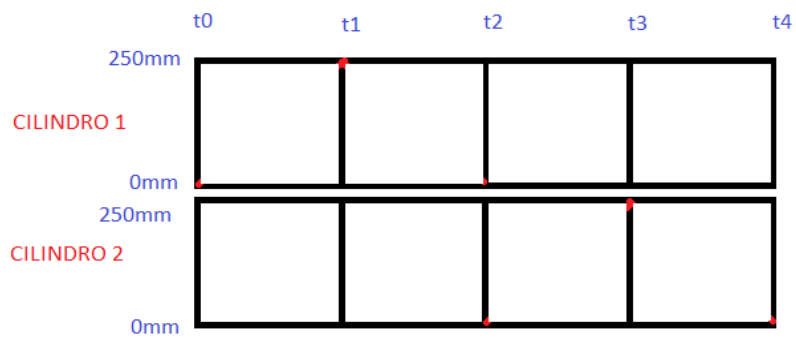


Figura 5. Diagrama posición vs tiempo

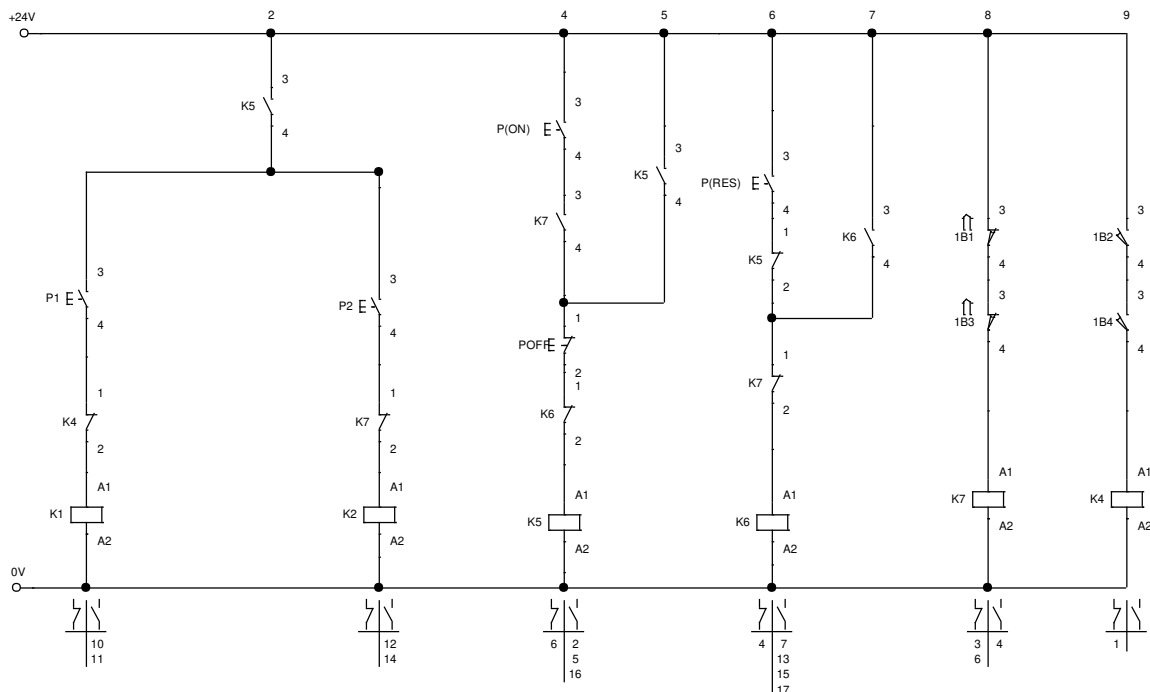


Figura 6. Diagrama de control

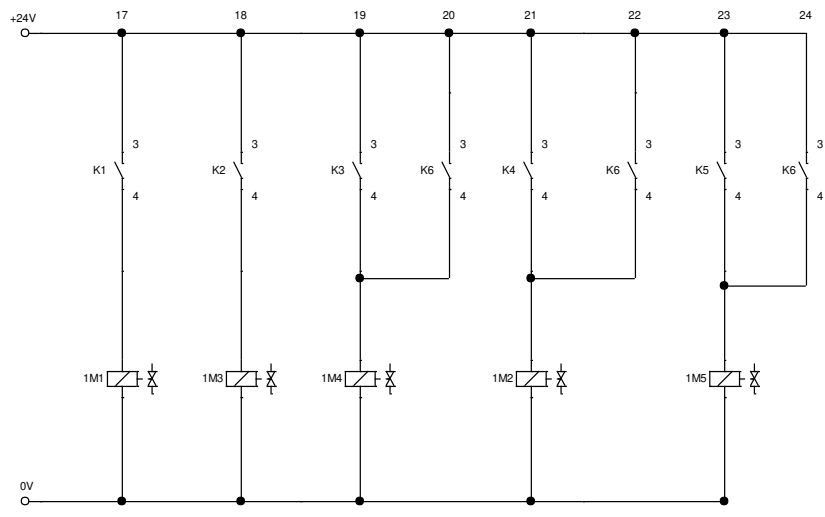


Figura 7. Diagrama de control (Potencia)

7. DATOS:
Tiempos de desplazamiento de los cilindros

Se debe registrar los valores de tiempos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 1 Registro de tiempos para cada cilindro.

T	Cilindro 1	Cilindro 2	Presión de trabajo
t0			
t1			
t2			
t3			
t4			

8. TRABAJO PREPARATORIO:

- Investigar las precauciones que se debe tener para el uso de un sistema hidráulico.
- Investigar el funcionamiento de mandos memorizados e interbloqueo.

9. INFORME:

- Desarrollar el informe en base al formato establecido por el docente.
 - Materiales utilizados.
 - Marco teórico.
 - Análisis de resultados.
 - Conclusiones.
 - Recomendaciones.
 - Bibliografía
- Presentar el circuito realizado con ayuda del simulador FluidSim.
- Realizar una comparación de los datos obtenidos, antes y después de utilizar la válvula reguladora de presión.
- Calcular la fuerza con la que se accionan los cilindros, con ayuda de los datos de presión y dimensiones del cilindro utilizado en la práctica.

10. BIBLIOGRAFIA REFERENCIAL:

- [1] J. M. C. Y. A. Cengel, *Mecánica de fluidos*, Segunda Ed. 2014.
- [2] R. L. Mott, "Mecánica de fluidos. Impulsión de fluidos," *Mecánica De Fluidos*, pp. 1–623, 2011.
- [3] G. M. y. H. Ortega, Universidad Politécnica Salesiana, *Banco de control industrial electromecánico* Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3oVvYAg>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].

**FIRMA DEL
DOCENTE**



GUÍA DE PRÁCTICAS
LABORATORIO X TALLER
No. Práctica: 04

CARRERA: **TSASA** _____ **TSDS** _____ **TSEM** ___X___ **TSRT** _____

ASIGNATURA: Fluidos para transmisión de potencia **CÓDIGO:** _____

GRUPO: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL DOCENTE: _____

1. PROPOSITO DE LA PRACTICA:

Accionar cilindros de doble efecto cascada, mediante control electromecánico.

2. OBJETIVO GENERAL:

Simular una secuencia en cascada con dos cilindros hidráulicos mediante el diseño electromecánico que permita el accionamiento de electroválvulas.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 3.1. Simular el circuito electrohidráulico en el software FluidSim de Festo.
- 3.2. Familiarizar al estudiante con los componentes esenciales de un módulo electrohidráulico.
- 3.3. Realizar las conexiones electromecánicas para el accionamiento de las electroválvulas.
- 3.4. Regular presión para variar las velocidades de desplazamiento de los cilindros, con ayuda de la válvula reguladora de presión.
- 3.5. Medir los tiempos en lo que se desplazan los cilindros.
- 3.6. Obtener el diagrama de Posición vs Tiempo de los 2 cilindros hidráulicos.

4. INFORMACION:

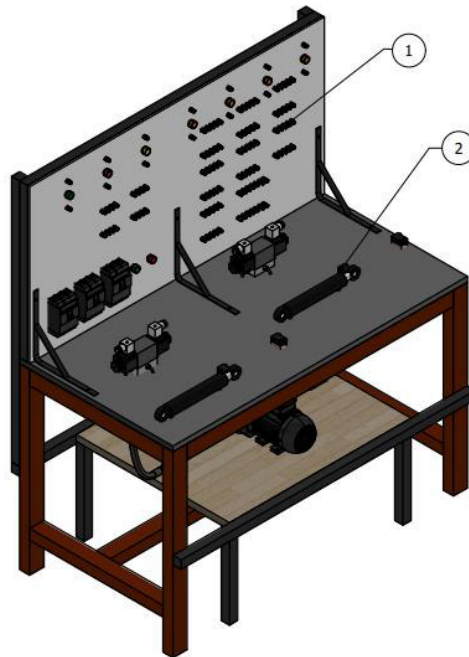


Figura 1 Esquema general del módulo didáctico.

- 1: Tablero de control.
- 2: Estructura sistema hidráulico

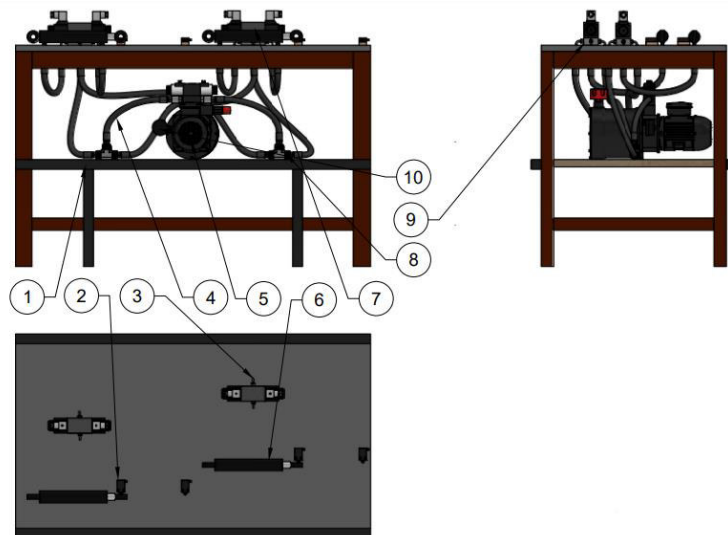


Figura 2 Esquema general de la estructura sistema hidráulico.

- 1: Mesa soporte.
- 2: Fines de carrera.
- 3: Acoples de 90 grados.
- 4: Mangueras hidráulicas.
- 5: Bomba hidráulica.
- 6: Cilindro de doble efecto.
- 7: Electroválvula 5/3.
- 8: Adaptador T.
- 9: Bloque electroválvula.
- 10: Manómetro.

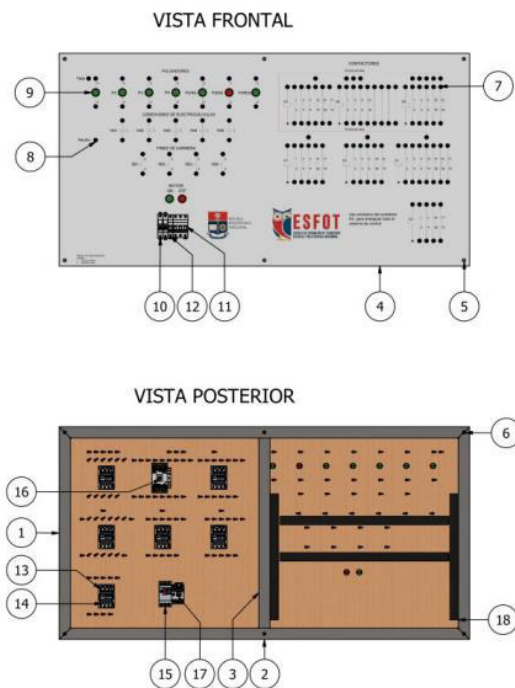


Figura 3 Esquema general del tablero de control.

- 1, 2, 3, 4, 5 y 6: Estructura soporte del tablero de control.
 7 y 8: Borneras Jack hembra 4mm.
 9: Pulsadores
 10: Breaker 1P de 6 (A) de control y potencia electroválvulas.
 11: Breaker 3P de 20 (A) de potencia del motor.
 12: Breaker 1P de 6 (A) de control de motor.
 13: Contactor de 9 (A).
 14: Bloque de contactos auxiliares 2NO+NC.
 15: Guardamotor 6-10 (A).
 16: Contactor LS de 9 (A) para encendido del circuito de control.
 17: Contactor DACO de 22 (A) para encendido de motor.

5. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS:

- **Material**
 Multímetro
 Cables de conexión Jack banana 4mm
 Taípe
 Alicates
 Destornillador plano y estrella
- **Equipo**
 Módulo electrohidráulico para la simulación de secuencias de 2 cilindros.

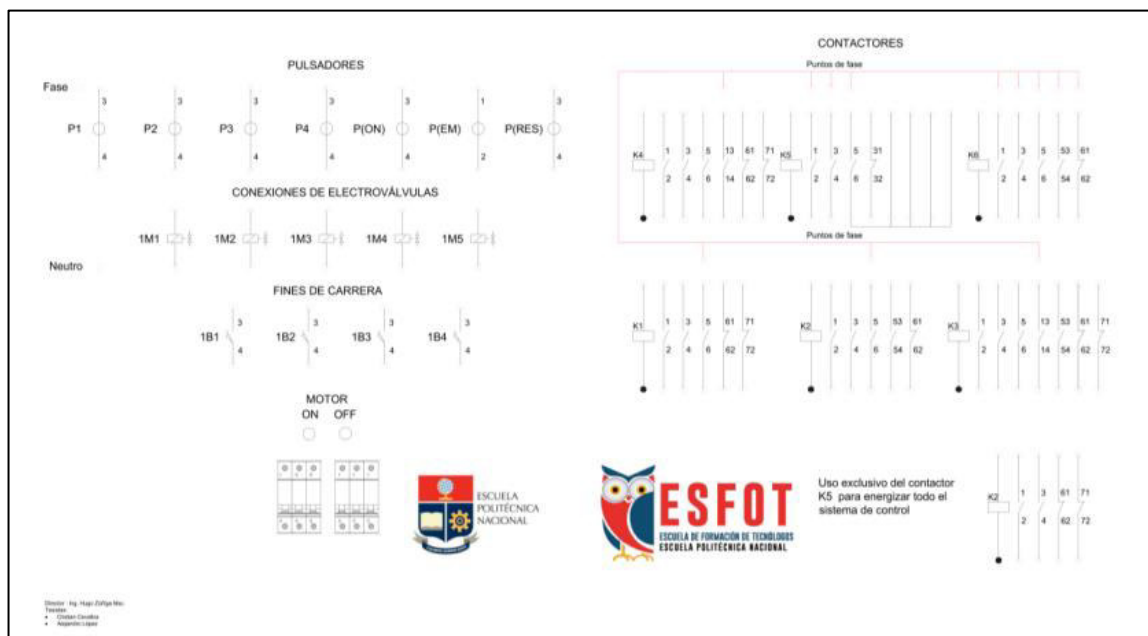


Figura 4 Esquema del tablero de control de las electroválvulas.

- 1M1 Solenoide electroválvula cilindro 1
- 1M3 Solenoide electroválvula cilindro 2
- 1M2 Solenoide electroválvula cilindro 1
- 1M4 Solenoide electroválvula cilindro 2
- 1M5 Solenoide electroválvula unidad hidráulica
- P1 Pulsador 1
- P2 Pulsador 2
- P3 Pulsador 3
- P4 Pulsador 4
- P(ON) Pulsador de encendido
- P(EM) Pulsador de paro
- P(RES) Pulsador de reinicio
- 1B1 Fin de carrera 1
- 1B2 Fin de carrera 2
- 1B3 Fin de carrera 3
- 1B4 Fin de carrera 4

6. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTO DE LA PRACTICA:

- 6.1. Prestar atención a las indicaciones generales por parte del instructor.
- 6.2. Verificar que los breakers de alimentación al tablero de control se encuentren desactivados.
- 6.3. Armar el circuito de control simulado en el software FluidSim de la Figura 6 y 7.
- 6.4. Verificar que las conexiones estén correctamente realizadas.
- 6.5. Activar los breakers de alimentación del tablero de control.
- 6.6. Activar el breaker de alimentación de la unidad hidráulica.
- 6.7. Tomar los tiempos de desplazamiento de los cilindros.
- 6.8. Regular la presión de la unidad hidráulica, mediante la variación de apertura de la válvula de presión.
- 6.9. Registrar los valores obtenidos en la Tabla 1 para diferentes valores de presión
- 6.10. Obtener el diagrama de posición vs tiempo del circuito.

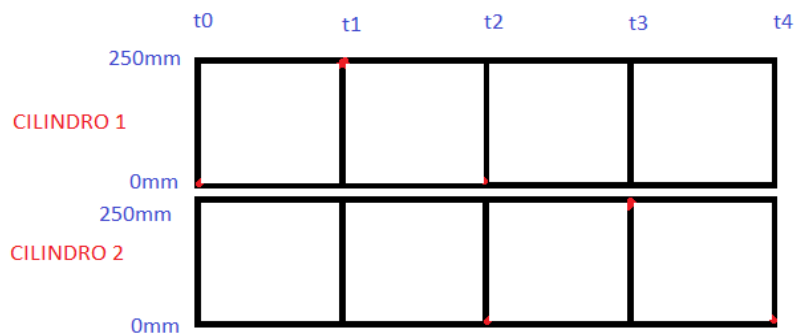


Figura 5. Diagrama posición vs tiempo

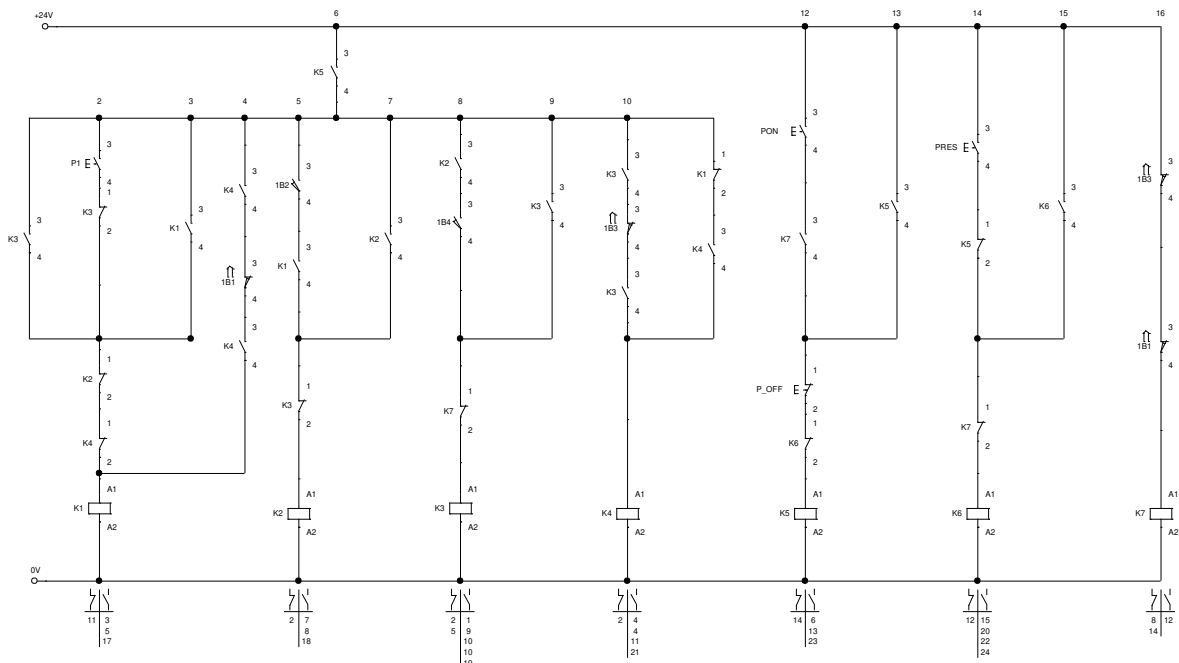


Figura 6. Diagrama de control

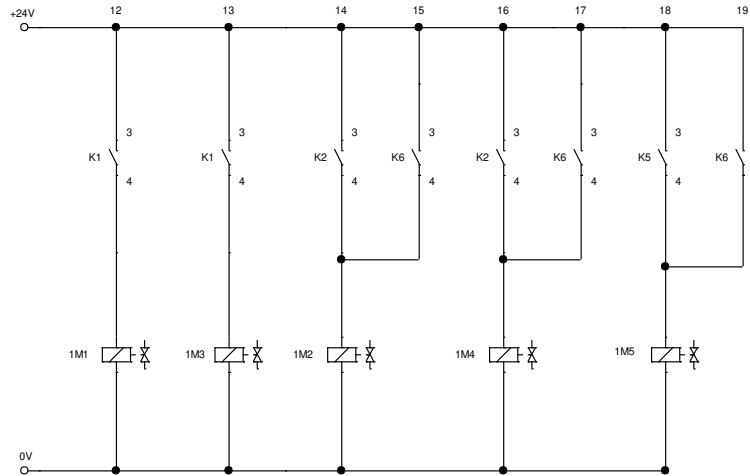


Figura 7. Diagrama de control (Potencia)

7. DATOS:

Tiempos de desplazamiento de los cilindros

Se debe registrar los valores de tiempos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 1 Registro de tiempos para cada cilindro.

T	Cilindro 1	Cilindro 2	Presión de trabajo
t0			
t1			
t2			
t3			
t4			

8. TRABAJO PREPARATORIO:

- Investigar las precauciones que se debe tener para el uso de un sistema hidráulico.
- Investigar el funcionamiento de mandos memorizados e interbloqueado.

9. INFORME:

- Desarrollar el informe en base al formato establecido por el docente.
 - Materiales utilizados.
 - Marco teórico.
 - Análisis de resultados.
 - Conclusiones.
 - Recomendaciones.
 - Bibliografía
- Presentar el circuito realizado con ayuda del simulador FluidSim.
- Realizar una comparación de los datos obtenidos, antes y después de utilizar la válvula reguladora de presión.
- Calcular la fuerza con la que se accionan los cilindros, con ayuda de los datos de presión y dimensiones del cilindro utilizado en la práctica.

10. BIBLIOGRAFIA REFERENCIAL:

- [1] J. M. C. Y. A. Cengel, *Mecánica de fluidos*, Segunda Ed. 2014.
- [2] R. L. Mott, "Mecánica de fluidos. Impulsión de fluidos," *Mecánica De Fluidos*, pp. 1–623, 2011.
- [3] G. M. y. H. Ortega, Universidad Politécnica Salesiana, *Banco de control industrial electromecánico* Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3oVvYAg>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].

**FIRMA DEL
DOCENTE**