

MÓDULO DE ENTRENAMIENTO HIDRÁULICO CON SISTEMA DE BOMBEO A TRAVÉS DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Diego Aldás¹; Carlos Román²

¹ Instituto Tecnológico Universitario Ismac –Carrera de Electromecánica, Quito, Ecuador, dialchi@hotmail.es

² Instituto Tecnológico Universitario ISMAC –Carrera de Electromecánica, Quito-Ecuador, croman@tecnologicoismac.edu.ec

Resumen: La hidráulica es la tecnología que emplea un líquido o fluido, en este caso aceite, como modo transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El módulo tiene diferentes componentes hidráulicos (unidad hidráulica, electroválvulas, cilindros hidráulicos) y componentes eléctricos (relés, pulsadores, fuente de alimentación). Se seleccionan estos componentes en base a una presión máxima de trabajo de, voltajes de 220 (VAC), 127 (VAC) y 24 (VDC) ya que, al ser un equipo didáctico, no se requiere ni de presiones mayores, ni altos valores de tensión, únicamente se requiere controlar el avance y retroceso de cilindros hidráulicos. Los componentes eléctricos controlan el arranque del motor de 220 (VAC) que activa una bomba hidráulica, el funcionamiento de las electroválvulas de 110 (VAC) y estas a su vez comandan a los cilindros hidráulicos, y de 24 (VDC) que controla el sistema de enfriamiento. Finalmente, se presentan las simulaciones de los circuitos de control para cada práctica propuesta, mediante los programas FluidSIM. Las hojas guías propuestas permitirán que el estudiante, conecte, analice y opere los elementos del módulo, adquiriendo destrezas en la implementación en los sistemas hidráulicos, complementando así a su formación profesional.

Palabras clave: Hidráulica, bomba hidráulica, módulo.

Design and construction of a hydraulic training module with a pumping system through a three-phase motor

Abstract: Hydraulics is the technology that uses a liquid or fluid, in this case oil, as a means of transmitting the energy necessary to move and operate mechanisms. The module has different hydraulic components (hydraulic unit, solenoid valves, hydraulic cylinders) and electrical components (relays, pushbuttons, power supply,). These components are selected based on a maximum working pressure of, voltages of 220 (VAC), 127 (VAC) and 24 (VDC) since, being a didactic equipment, neither higher pressures nor high values are required. of tension, it is only required to control the advance and retreat of hydraulic cylinders. The electrical components control the starting of the 220 (VAC) motor, the operation of the 110 (VAC) solenoid valves and these in turn command the hydraulic cylinders, and 24 (VDC) that controls the cooling system. Finally, the simulations of the control circuits for each proposed practice are presented, using the FluidSIM programs. The proposed guide sheets will allow the student to connect, analyze and operate the elements of the module, acquiring skills in the implementation of hydraulic systems, thus complementing their professional training.

Keywords: Hydraulics, Hydraulic pump, module.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la implementación de equipos y sistemas hidráulicos en la industria es importante ya que beneficia, al mismo tiempo que soluciona varios procesos y mecanismos

que requieren de las ventajas, así como de la rentabilidad que proporciona la energía de los fluidos en varios sectores laborales, por lo que es esencial adquirir conocimientos tanto prácticos como teóricos desde las instituciones de formación profesional con la

finalidad de disponer bases necesarias para la manipulación y correcto uso de la hidráulica. El problema en el área de procesos hidráulicos es que existe deficiencia de conocimientos en los estudiantes debido a la falta de experiencia en el transcurso de su actividad académica profesional ya que varias casas de escolaridad a nivel nacional no tienen módulos de entrenamiento dedicados a este ámbito de estudio lo que causa en sus estudiantes insatisfacción, poca competitividad laboral y deficiencia profesional. Además, la masificación de la información y la adquisición de módulos de sistemas neumáticos frente a los hidráulicos en las instituciones ya sea por sus costos, falta de proveedores o la ausencia de espacios físicos para la implementación de dichos módulos aumentan dicho problema escolar. El presente trabajo de investigación pretende aportar una solución a la deficiencia de conocimientos en el área de hidráulica, a través de la implementación de un módulo de entrenamiento hidráulico con la utilización de minifold 5 estaciones con sus respectivas guías prácticas para enriquecer la materia de Hidráulica y Neumática, así como proveer a los estudiantes experiencias, habilidades y destrezas significativas para ser más competitivos en el área laboral.

Para el desarrollo del proyecto será necesario un estudio de investigación aplicada mediante la adquisición de información cuantitativa obtenida de una encuesta realizada a los estudiantes del instituto tecnológico universitario ISMAC, la cual será representada en tablas y gráficos dentro del documento.

1.1 Hidráulica

“La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hidro" que significa agua” (Rafael, 2007, p. 4).

“La Hidráulica es una rama de la ingeniería que abarca el estudio de la presión y caudal de los fluidos, así como sus aplicaciones; se puede dividir en Hidráulica de agua o de aceite y neumática.

Cuando el fluido es agua o aceite también se conoce como (oleo hidráulica) y cuando el fluido es un gas se le conoce como neumática” (Sohipren s.a, 2005, p. 1).

“Por hidráulica se entiende la generación de fuerzas y movimientos mediante fluidos sometidos a presión. Se entiende que los fluidos a presión hacen las veces de medio de transmisión de energía” (Renate, Christine, Dieter, Georg, Klaus, Burkhard, 2013, p. 11).

“Un sistema hidráulico constituye un método relativamente simple de aplicar grandes fuerzas que se pueden regular y dirigir de la forma más conveniente” (Uribe, Hernández y Martínez, 2010, p. 8).

“Otras de las características de los sistemas hidráulicos son su confiabilidad y su simplicidad. Todo sistema hidráulico consta de unos cuantos componentes relativamente simples y su funcionamiento es fácil de entender” (Uribe, Hernández y Martínez, 2010, p. 8).

Ventajas

- “La hidráulica presenta una serie de ventajas principalmente frente a otras tecnologías como la eléctrica ya que frente a esta”).
- “Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro, incluso puede arrancar con el actuador bloqueado”).
- “Velocidad de actuación fácilmente controlable con solo regular una válvula de estrangulación”
- “Cambios rápidos de sentido con solo conmutar una válvula distribuidora”

- “Protección simple contra sobrecargas ya que cuenta con válvula limitadora de presión a la descarga de la bomba”
- “Instalaciones compactas, pues con tamaños muy pequeños se puede transmitir grandes potencias”
- “El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable” (Rafael, 2007, p. 6).

Desventajas

- “No obstante, también tienen desventajas. En muchos casos se encuentran en el medio de transmisión, en el mismo líquido a presión”.
- “En las altas presión del líquido hidráulico hay peligros inherentes. Por esta razón, hay que prestar atención a que todas las conexiones estén firmemente apretadas y estancas”.
- “El fluido es más caro y muy sensible a la contaminación”.
- “Perdidas de carga debidos al rozamiento y las fugas de aceite reducen el rendimiento”.
- “Personal especializado para la manutención” (Rafael, 2007, p. 6).

Aplicaciones. Las aplicaciones de la hidráulica y neumática son muy variadas, esta amplitud en los usos se debe principalmente al diseño y fabricación de elementos de mayor precisión y con materiales de mejor calidad, acompañado además de estudios más acabados de las materias y principios que rigen la hidráulica y neumática. Todo lo anterior se ha visto reflejado en equipos que permiten trabajos cada vez con mayor precisión y con mayores niveles de energía, lo que sin duda ha permitido un creciente desarrollo de la industria en general. Dentro de las

aplicaciones se pueden distinguir dos, móviles e industriales:

Aplicaciones Móviles. El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

- Tractores
- Grúas
- Retroexcavadoras
- Camiones recolectores de basura
- Cargadores frontales
- Frenos y suspensiones de camiones
- Vehículos para la construcción y mantención de carreteras

Aplicaciones Industriales. En la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos. Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica
- Máquinas herramientas
- Maquinaria para la elaboración de alimentos
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada
- Equipo para montaje industrial
- Maquinaria para la minería
- Maquinaria para la industria siderúrgica

Otras Aplicaciones. Se pueden dar en sistemas propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, por otro lado, se pueden tener aplicaciones en el campo de la medicina y en general en todas aquellas áreas en que se requiere

movimientos muy controlados y de alta precisión, así se tiene:

- Aplicación automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.
- Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- Aplicación naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares.
- Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

1.2 Comparación entre neumática, hidráulica, eléctrica y electrónica

La diferencia principal entre estos grupos de maquinaria es la forma en que cada una de ellas consigue la energía para su funcionamiento. Los sistemas neumáticos tienen como protagonista un pistón dentro de un cilindro hueco. La presión de un compresor externo o una bomba neumática con gas a presión (generalmente aire) es la que desplaza este pistón de manera que aun mayor aumento de la presión hace que el cilindro se mueva a lo largo del eje, generando una fuerza lineal.

Los sistemas hidráulicos tienen un funcionamiento similar, pero se diferencian en que el cilindro se mueve gracias a un líquido incompresible como el aceite, lo que es capaz de acumular energía y transformarla en potencia mecánica. Los sistemas eléctricos necesitan la electricidad como fuente de energía de cara a producir movimiento. Los generadores, motores, convertidores y generadores utilizan este tipo de sistemas.

La maquinaria hidráulica se dedica de manera usual a trabajos pesados, mientras que la

hidráulica se suele encargar de los repetitivos. Ello viene dado porque el fluido de la primera funciona a presión y es capaz de soportar pesadas cargas, y desplazar grandes tonelajes. Sin embargo, las neumáticas están extendidas sobre todo por cadenas de montaje y fabricación, dada su acción repetitiva. Por último, las maquinarias neumáticas alcanzan altas velocidades de trabajo que compiten ventajosamente con las otras dos. El sistema neumático es usado de manera habitual en herramientas manuales y en máquinas de movimientos constantes y repetitivos.

La vida útil de estas máquinas es muy distinta, por su propio funcionamiento. Eléctricas e hidráulicas tienen una vida útil muy larga, siendo más corta la de las neumáticas si no se realiza un mantenimiento permanente que palie su desgaste. En general, de todas formas, el mantenimiento más caro es el de las funciones hidráulicas. Otro factor que las diferencia es la contaminación medioambiental que produce ya que los sistemas hidráulicos pueden derivar en fugas contaminantes, mientras que las eléctricas son muy respetuosas con el medio ambiente y las neumáticas aportan una elevada contaminación acústica.

1.3 Partes hidráulicas

Depósito de líquido hidráulico. El depósito de líquido hidráulico es el recipiente que almacena el fluido en la cantidad ideal para los servicios requeridos. Sirve también como depósito pulmón desde donde se realiza la aspiración por parte de la bomba y además como un elemento disipador de calor a través de las paredes del tanque, refrigerando así el aceite contenido en su interior.

Bomba hidráulica. Tiene como función aumentar la presión del líquido hidráulico,

que es el medio operativo que sirve como transmisor de la potencia hidráulica

La bomba succiona el líquido por su boca u orificio de entrada y lo expulsa por su boca de salida, de allí como se puede observar en la figura anterior el flujo del líquido para a una válvula selectora.

1.4 Componentes eléctricos

Pulsador de emergencia. Un pulsador de emergencia es un interruptor para prueba de fallos, que incluye la maquinaria para ofrecer protección tanto al operario como al propio equipo. sirve la botonera de emergencia es para detener la máquina de inmediato, porque se ha detectado una falla o mal funcionamiento de la misma. Las ventajas más importantes del pulsador parada de emergencia, son:

- Pueden activarse e inactivarse fácilmente.
- Permite ahorrar energía y costes cuando hay una desconexión de las partes de las máquinas.
- Son vistas como una solución integrada de señalización de la acción.
- Ayudan a proteger la vida del trabajador.



Figura 1. Pulsador de emergencia.
Fuente: <https://grupocasalima.com/es-es/blog/pulsador>

Pulsador normalmente abierto y cerrado.

Un pulsador eléctrico o botón pulsador es un componente eléctrico que permite o impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta o pulsa. El pulsador solo se abre o se cierra cuando el usuario lo presiona y lo mantiene presionado y al soltarlo vuelve a su posición inicial. Para que el pulsador funcione debe tener un resorte o muelle que hace que vuelva a la posición anterior después de presionarlo.



Figura 2. Pulsador normalmente abierto y cerrado.
Fuente: <https://www.areatecnologia.com>

El pulsador más normal y utilizado es el Pulsador Normalmente Abierto, es decir el que sin pulsarlo está abierto (no deja pasar la corriente). Para este caso el funcionamiento es el siguiente:

- **Pulsador Sin pulsar:** Se llama posición de reposo y el pulsador está abierto. La corriente no puede pasar a través del pulsador.
- **Pulsador Pulsado:** Posición de Trabajo. Mientras lo mantengamos pulsado la corriente puede pasar por el pulsador ya que permanece cerrado.

Si dejamos de hacer presión (pulsar) sobre el pulsador, es decir si lo soltamos, vuelve a su posición de reposo o sin pulsar o abierto, impidiendo el paso de nuevo de la corriente eléctrica. Este tipo se utilizan siempre que queramos mantener el control de la corriente eléctrica a su paso por alguna parte del circuito eléctrico de forma manual.

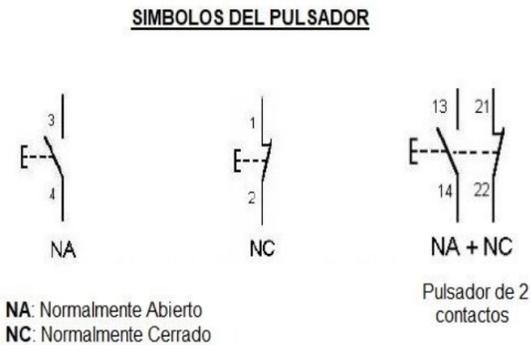


Figura 3. Símbolos del pulsador

Fuente.

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se obtendrá la información a través del enfoque cuantitativo, con la finalidad de conocer la necesidad de tener módulos de entrenamiento profesional en el área hidráulica, en el Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, para la carrera de tecnología electromecánica. El estudio se basará en una investigación de campo, puesto que los datos se obtendrán directamente del lugar donde se desarrolla la problemática (fuentes primarias) a estudiar. La población por estudiar son los estudiantes de la carrera de Tecnología Electromecánica del Instituto Tecnológico Universitario ISMAC que cuenta con 85 estudiantes. De la población de los estudiantes de la carrera de electromecánica de 85 estudiantes, se ha tomado una muestra representativa de 70 estudiantes, para la realización de este proyecto, ya que ellos serían los principales beneficiarios de la realización de un módulo de entrenamiento hidráulico.

3. DESARROLLO

3.1 Análisis de datos

Para comprobar la hipótesis se recurrió a realizar una encuesta a 70 estudiantes, con el fin de comprobar que la implementación de este tipo de módulo servirá para complementar los conocimientos adquiridos, obteniendo así los siguientes resultados. En base a los resultados de la encuesta realizada, se determina la necesidad de la creación e implementación de un módulo hidráulico.

4. RESULTADO/DISCUSIÓN

4.1 Proceso de diseño y construcción

Diseño mecánico. El modelo consta por una placa de tol para el sistema eléctrico, una placa de tol para la base, una placa de tol para el piso, la estructura se encuentra fabricado de acero al carbono A36.

Sistema Hidráulico.

Bomba Hidráulica. Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.



Figura 4. Bomba Hidráulica.

Manifold. Consisten en bloques de acero o aluminio con su correspondiente circuito hidráulico mecanizado en su interior. Permiten una construcción sumamente limpia y prolija con un muy fácil mantenimiento. Utilización cada vez más difundida en la construcción de nuevos equipos hidráulicos.

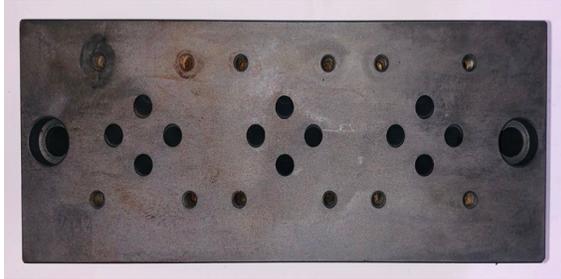


Figura 5. Manifold.

Electroválvulas. La Válvula de Solenoide o Electroválvula Direccional puede iniciar detener o cambiar la dirección del flujo en un circuito hidráulico por medio de una señal eléctrica. Se utiliza principalmente para el manejo de actuadores, permitiendo el desplazamiento de cilindros o el giro de motores en ambos sentidos. En el módulo, se está utilizando una electroválvula 4/3



Figura 6. Electroválvulas.

Sistema de enfriamiento. Los sistemas hidráulicos de las máquinas móviles transforman y transmiten energía. Durante este proceso, se pierde energía mecánica e hidráulica y se convierte en calor. En este proceso es sumamente importante enfriar el sistema hidráulico, en el módulo se utilizó un

enfriador de modelo AH1012T-CA-100L de 24 V.



Figura 7. Sistema de enfriamiento.

Sistema de control de presión. Estos equipos, considerados como controles hidráulicos, son accionados por un diafragma, el cual es capaz de reducir la presión alta de los líquidos a presiones menores y constantes, sin que esto pueda afectar las fluctuaciones en la demanda de fluidos.

Sistema de control de válvula de alivio. Las válvulas de seguridad o alivio protegen bombas, otras válvulas de control y todos los elementos componentes de un sistema hidráulico de presiones excesivas y mantienen constante la presión en el sistema.

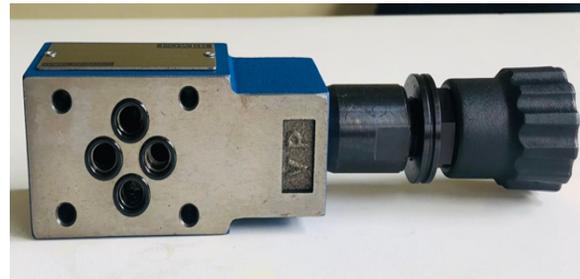


Figura 8. Sistema de control de válvula de alivio.

Acumulador. Un acumulador hidráulico es un dispositivo empleado para almacenar energía, permitiendo suministrarla a un sistema que la pueda necesitar en un

momento de demanda y mantener más estables las oscilaciones del mismo.



Figura 9. Acumulador.

Actuadores.

Cilindros Hidráulicos. Los cilindros hidráulicos son mecanismos que constan de un cilindro dentro del cual se desplaza un émbolo o pistón, y que transforma la presión de un líquido mayormente aceite en energía mecánica.



Figura 10. Cilindros Hidráulico.

Motor Hidráulico. Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión en un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro

pequeñas en comparación con los motores eléctricos.



Figura 11. Electroválvulas.

La unión de todos los elementos descritos, tienen una interrelación para el correcto funcionamiento del módulo ya que todos dependen el uno del otro.

Diseño eléctrico.

Disyuntores. Un disyuntor, interruptor automático o breaker es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando ocurren fallas de aislación en un equipo o instalación eléctrica.



Figura 12. Disyuntor.
Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

Motor eléctrico. El motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía

eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.



Figura 13. Motor eléctrico.
 Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

Contactor. El contactor es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga.



Figura 14. Contactor.
 Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

Relé Térmico. Los relés térmicos o relés térmicos de sobrecarga son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas.



Figura 15. Relé Térmico.
 Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9_t%C3%A9rmico

Circuitos Eléctricos de fuerza y control

- **Circuito Eléctrico de la bomba**

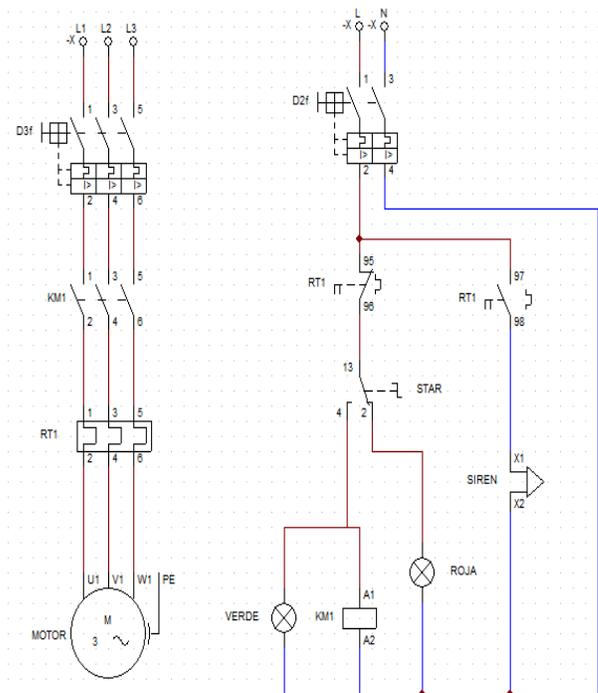


Figura 16. Circuito eléctrico de la bomba.

Se acciona el disyuntor trifásico principal conjuntamente con la perilla de encendido para que el módulo se energice, posteriormente se acciona el

botón verde para que el motor accione la bomba y el aceite circule por el módulo de entrenamiento.

Si existiera una sobre carga el relé térmico accionará el contactor normalmente abierto (97- 98) el cual hará que pare sistema encendiendo una luz piloto de color rojo y encendiendo la sirena de alarma.

• **Circuito Eléctrico del ventilador**

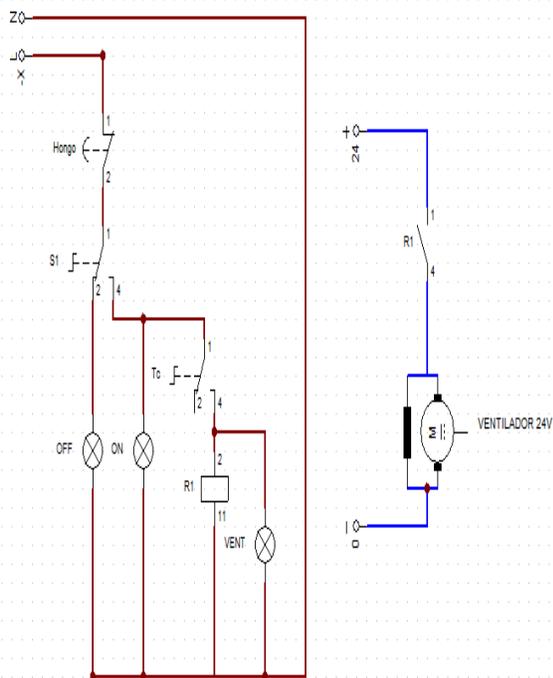
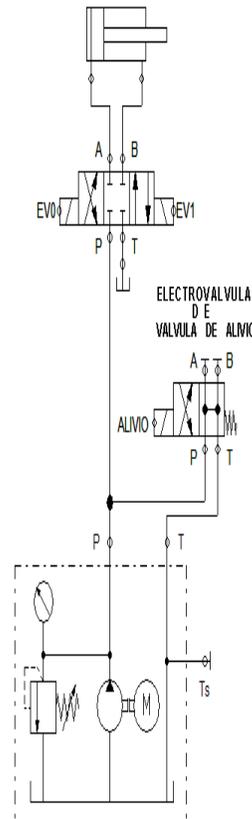


Figura 17. Circuito eléctrico del ventilador.

El ventilador de refrigeración se acciona mediante un motor hidráulico. El sistema hidráulico está formado por un depósito de aceite hidráulico, una bomba hidráulica, un motor hidráulico, un enfriador de aceite y un filtro de retorno. El sistema dispone de un circuito que controla el caudal de la bomba y así, la velocidad del ventilador.

• **Circuito Válvula de Alivio**

CIRCUITO DE FUERZA



CONTROL DE ELECTROVALVULAS

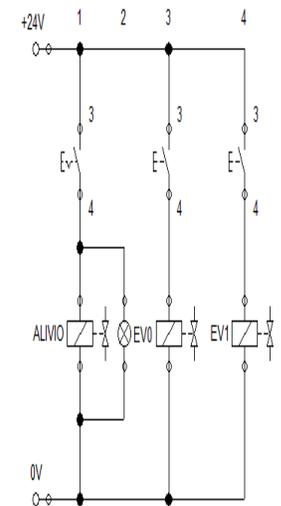


Figura 18. Circuito válvula de alivio.

Las válvulas de alivio limitan el nivel de presión máxima a la cual se le permite al circuito elevarse. Se mantiene cerrada durante los periodos de operación cuando la presión es menor que lo máximo permitido al circuito, pero se abre para darle una ruta de escape al aceite para descargarse de regreso al depósito de aceite si la presión se eleva demasiado alto debido a una sobrecarga que se crea en el sistema.

• **Circuito de Acumulador Hidráulico**

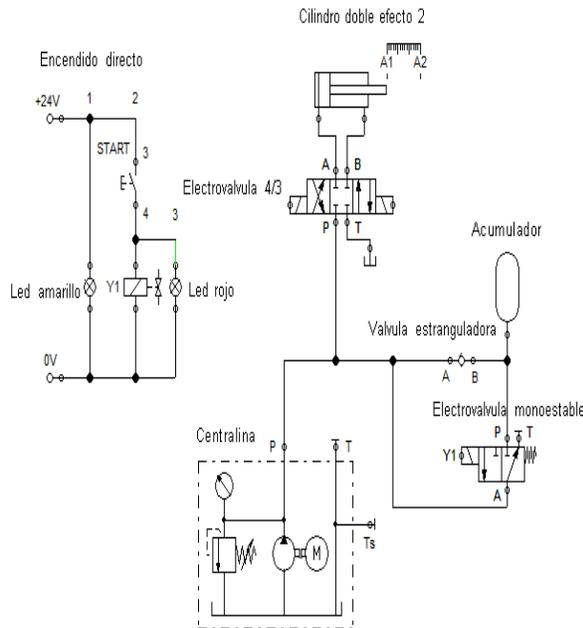


Figura 19. Circuito de acumulador hidráulico.

El acumulador hidráulico es capaz de controlar la presión en su interior sin tener que encender y apagar de manera constante la bomba. Es posible que se produzcan alteraciones en la temperatura interior a causa de la presión, el acumulador hidráulico es un dispositivo que puede absorberlas, ayudando a que el fluido pueda expandirse.

Electroválvulas. Las electroválvulas encuentran conectadas desde la bomba hacia el manifold la cual tiene posición de entrada y salida del aceite, el manifold distribuirá la presión hacia los cilindros y el motor hidráulico. Para el accionamiento de los cilindros y el motor, en el panel de control se encuentra conectado los pulsadores que darán la señal para ejecutar la acción requerida de los elementos del módulo de entrenamiento.

Fines de carrera. Los fines de carrera son dispositivos electromecánicos que funcionan como un actuador conectado mecánicamente

a un interruptor eléctrico. Cuando el cilindro entra en contacto con el actuador, el interruptor funcionará y hará que se establezca o se corte una conexión eléctrica.



Figura 20. Fin de carrera.

Fuente.

https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera

Pulsadores. Los pulsadores son parte del sistema de control los cuales son una parte fundamental en el módulo de entrenamiento ya que son los encargados de accionar los diferentes componentes que forman parte constructiva del módulo, por tal motivo hace una interrelación entre la parte eléctrica y la hidráulica.



Figura 21. Pulsadores.

Fuente.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n_\(dispositivo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n_(dispositivo))

5. CONCLUSIONES

Con los conocimientos adquiridos en programas de diseño asistidos por computadora AutoCAD y SolidWorks se realizó el diseño del módulo hidráulico para la carrera de electromecánica del Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, analizando la mejor distribución de los elementos, las dimensiones adecuadas para la maniobrabilidad de los actuadores y la accesibilidad de los estudiantes a los elementos de conexión eléctrica.

El módulo de entrenamiento hidráulico para la carrera de electromecánica del Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, se incorpora a los módulos de neumática existentes, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos en la materia de hidráulica y neumática, así como a las áreas de automatización y control.

Se implementó una guía práctica del uso del módulo de entrenamiento hidráulico, que permitirá organizar las prácticas a partir de un nivel bajo, subiendo progresivamente su grado de dificultad, permitiendo manipular los diferentes elementos del módulo y su interacción en varias combinaciones.

REFERENCIAS

Alvarez, G. (2003). Manual de hidráulica, sexta edición, Editorial Alfaomega
Creus S., Antonio (2007). Neumática e hidráulica, primera edición, Editorial Alfaomega
Crouse, William, (1982). Transmisión y Caja de Cambios del Automóvil. Editorial Alfaomega Marcombo.
Domínguez, Jorge y Santos, Alexander. Manual de prácticas de circuitos electrohidráulicos. Tesis (Ingeniero

Mecánico Electricista). Veracruz: Universidad Lis de Veracruz
Festo, Sistemas De Aprendizaje Y Servicios Para La Formación Técnica, 2020. https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/468167/56824_2019-11_es_PG_PH_Screen.pdf.
Fidias, A., (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología de la investigación. (6ta ed.). Caracas: Editorial Episteme.
Fiuba, Catálogo de programación y automatización. 2012. Disponible en: <http://myslide.es/documents/mingjorge-ierachel-manufactura-integradapor-computadora-cim-i-fiuba.html>
Garrido, M. y Grados, E. (2020), Simulación de un módulo oleo hidráulico didáctico para el uso de los estudiantes de la escuela formación tecnológica en la Escuela Politécnica Nacional. [Tesis en línea]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Consulta el 25 de marzo del 2022 en <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/1500/21258/1/CD%2010774.pdf>
Hayretlin, U. (2014). Diseño, construcción y control de un simulador de carga electro-hidráulico para pruebas de accionamientos hidráulicos para el grado de maestría en ciencias en ingeniería mecánica de la Universidad Middle Easy Technical University, Turquía. Consultada el 30 de abril del 2022 en: <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/16617771/index.pdf>
Hernández, R., Fernández, C., Y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. (6ta ed.). México: McGraw-Hill
Latorre, A., Rincón, D., Y Arnal, J. (2003). Bases metodológicas de la

- investigación educativa. Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Lincoln, J. (2002). Principio de funcionamiento de la hidráulica. Editorial CEAC
- Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales (2016). [Página web en línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mirmalitaguirez/manual-upel-2016-1pdf>
- Mott, Robert L. (1992). Diseño de elementos de máquinas, segunda Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica S.A.
- Quispe, Wilmer y Veloz, Edwin. Diseño y construcción de un banco de pruebas de control electrohidráulico del laboratorio oleo neumático de la carrera de ingeniería electromecánica de la universidad técnica de Cotopaxi en el periodo 2012-2013. Tesis (Ingeniero en Electro neumática). Latacunga -Ecuador: Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Renate, Christine, Dieter, Georg, Klaus, Burkhard, 2013, p. 11
- Renate Aheimer [et al.]: hidráulica Electrohidráulica Fundamentos. Alemania: 2013. N° de artículo: 574182
- Roemheld. Casos interesantes a conocer sobre cilindros hidráulicos. Febrero de 2012. https://www.roemheldgruppe.de/fileadmin/user_upload/downloads/technische_informationen/Wisenswertes_Hydraulikzylinder_es_0212.pdf
- Serrano A, (2002). Oleohidráulica, Editorial McGraw Hill Profesional
- Sohipren S.A. Manual básico de Oleohidraulica. 2º edición mayo 2005 córdoba – argentina.
- Terán, Pacheco. (2007). Física I. Editorial EDITERPA
- Uribe, Luis. Diseño de un sistema automático para una compactadora de aluminio. Tesis (Ingeniero en control automatización). México Distrito Federal: Instituto Politécnico Nacional
- Vallecilla, R. (2004). Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector. Editorial Bogotá.
- Vallejo Zambrano (1994). Físico Vectorial, segunda edición, Editorial Grafiti Ófset

Páginas de internet:

- <http://es.slideshare.net/dante1665/presentacin-principios-fsicos-de-neumatica-fmulas-de-principios-hidrulica-y-neumatica>
- <https://es.scribd.com/document/448700709/Marco-teorico-hidraulica-y-neumatica-docx>
- <http://es.slideshare.net/areaciencias/principio-de-pascal-32407462>
- <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/604/1/T-UTC-1070.pdf>
- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8589/1/T-ESPE-ITSA-000148.pdf>
- <https://www.maxipresstec.com/lo-deben-saber-las-unidades-hidraulicas/>
- <https://es.scribd.com/doc/295862310/3-Sistemas-de-Accionamiento>
- <https://www.monografias.com/trabajos96/pistones/pistones>
- <https://aeromarinesoftware.wordpress.com/2015/02/05/el-mantenimiento-de-un-sistema-hidraulico/>
- <https://www.valvulashidraulicas.com/blog/articles/motores-hidraulicos-caracteristicas-y-ventajas->
- <https://www.powermotiontech.com/hp-en-espanol/article/21886595/principios-ingenieriles-bsicos-motores-hidrulicos>

Revista Nexos Científicos
Enero-Junio 2023 pp. 23-36
Volumen 7, Número 1
Fecha de recepción: marzo 2023

ISSN: 2773-7489
Correo: editor@istvidanueva.edu.ec
URL: <http://nexoscientificos.vidanueva.edu.ec/index.php/ojs/index>
Fecha de aceptación: abril 2023

<https://www.fluid-power.cn/enfriador-de-aceite-hidraulico-2/>
<https://hidraulicahidraoil.es/articulos/acumuladores-hidraulicos/>