Universidad de Cuenca

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica

"Salvador Allende"

Carrera de Automatización e Instrumentación

Construcción de un tablero de prácticas electroneumáticas de laboratorio para el fortalecimiento del desarrollo de prácticas de la asignatura "Sistemas eléctricos neumáticos e hidráulicos" de la carrera de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Técnico Superior en Automatización e Instrumentación

Autores:

Franklin Patricio Morales Guaillas

Fabián Mateo Quito Quito

Christian Xavier Sanmartín Bueno

Welington Fabricio Montesdeoca Avila

Director:

John Eduardo Llivicura Ávila

ORCID: 0009-0007-4909-7084

Cuenca, Ecuador

2025-03-08

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un tablero de electroneumático destinado a facilitar la realización de diversas prácticas en un entorno educativo de la formación técnica y tecnológica. Este tablero servirá como banco de pruebas que permitirá a los estudiantes fortalecer la práctica, el funcionamiento y el uso correcto de los sistemas electroneumáticos. Asimismo, los estudiantes podrán experimentar de manera activa los principios y técnicas de estos sistemas, lo cual es fundamental para su formación práctica. El proyecto no solo busca mejorar la comprensión teórica de los estudiantes, sino también fomentar habilidades prácticas y resolver problemas reales que puedan surgir en el manejo de sistemas electroneumáticos. En ese sentido, con la construcción del tablero para la realización de las prácticas, los estudiantes podrán desarrollar habilidades clave que les serán de gran utilidad en su futura vida profesional. Además, el tablero facilitará la demostración de conceptos complejos abordados en la teoría. Esto contribuirá significativamente a la calidad de la enseñanza y al aprendizaje activo, haciendo que las clases sean más participativas, integrales y con gran porcentaje práctico, necesario en el nivel de formación profesional.

Palabras clave del autor: tablero electroneumático, control eléctrico, prácticas electroneumáticas

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: https://dspace.ucuenca.edu.ec/

Abstract

The main objective of this project is to develop an electropneumatic board intended to facilitate the performance of various practices in an educational environment of technical and technological training. This board will serve as a test bench that will allow students to strengthen the practice, operation and correct use of electropneumatic systems. Likewise, students will be able to actively experience the principles and techniques of these systems, which is essential for their practical training. The project not only seeks to improve students' theoretical understanding, but also to foster practical skills and solve real problems that may arise in the management of electropneumatic systems. In this sense, by building the board for the performance of practices, students will be able to develop key skills that will be very useful in their future professional life. In addition, the board will facilitate the demonstration of complex concepts addressed in theory. This will significantly contribute to the quality of teaching and active learning, making classes more participatory, comprehensive and with a high practical percentage, necessary at the vocational training level

Author Keywords: electropneumatic panelling, electrical control, electropneumatic practices

The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: https://dspace.ucuenca.edu.ec/

Índice de contenido

Resumen 2
Abstract 3
Índice de contenido 4
Introducción 8
Marco referencial 10
Antecedentes del problema 10
Planteamiento del problema 10
Delimitación del problema 11
Beneficiarios directos 11
Beneficiarios indirectos 11
Justificación 11
Objetivos 13
Objetivo general 13
Objetivos específicos 13
Marco teórico 14
Neumática 14
Ventajas de la neumática 14
Electroneumática 14
Métodos para el diseño de circuitos neumáticos 14
Método intuitivo 14
Método cascada 15
Método paso o paso 15
Componentes de un modelo neumático. 15
Válvulas neumáticas 5/2 15
Cilindros de simple efecto 16
Unidad de mantenimiento 17
Pulsadores de emergencia 17
Metodología y diseño experimental 19
Metodología 19
Localización 19
Hipótesis 20
Diseño, montaje y construcción del banco electroneumático. 21
Prácticas del banco electroneumático 24
Práctica N° 1. Mando directo de un cilindro de simple efecto neumático 24

Práctica N° 2. Accionamiento directo de un cilindro D/E neumático 25
Práctica N° 3. Accionamiento indirecto de un cilindro D/E neumático en el Simulador. 25
Práctica N° 4. Avance de 3 cilindros A+B+C neumático. 26
Práctica N° 5. Accionamiento de un cilindro vaivén neumático D/E en el simulador 27
Práctica N° 6. Mando directo de un cilindro de simple efecto con selector ON/OFF en el simulador 28
Practica N° 7. Mando directo de un cilindro simple efecto con pulsantes y enclavamiento 28
Práctica N° 8. Circuito combinacional de accionamiento electroneumático con cilindro D/E 29
Práctica N° 9. Accionamiento de un cilindro D/E vaivén automático. 30
Práctica N° 10. Circuito encendido y apagado secuencial con 3 cilindros de simple efecto 31
Conclusiones.....32
Recomendaciones 33
Referencias 34
Anexos 35
Anexo A 35

Índice de figuras

Figura 1. Válvula neumática 16
Figura 2. Cilindro neumático 16
Figura 3. Unidad de almacenamiento 17
Figura 4. Pulsador de emergencia 18
Figura 5. Localización 19
Figura 6. Diseño del modulo 21
Figura 7. Construcción del módulo neumático 23
Figura 8. Mando directo de un cilindro de simple efecto. 24
Figura 9. Accionamiento de un cilindro de doble efecto en el simulador 25
Figura 10. Accionamiento indirecto de un cilindro D/E 26
Figura 11. Avance de 3 cilindros A+B+C 27
Figura 12. Accionamiento de un cilindro vaivén neumático D/E 27
Figura 13. Mando directo de un cilindro de simple efecto con selector ON/OFF 28
Figura 14. Mando directo de un cilindro de simple efecto con pulsantes y enclavamiento 29
Figura 15. Circuito combinacional de accionamiento electroneumático con cilindro D/E 30
Figura 16. Accionamiento de un cilindro D/E vaivén automático 30
Figura 17. Circuito encendido y apagado secuencial con 3 cilindros de simple efecto 31

Índice de tablas

Tabla 1. Beneficiarios directos 11
Tabla 2. Beneficiarios indirectos 11
Tabla 3. Elementos de modulo 21
Tabla 4. Elementos electroneumáticos 22
Tabla 5. Elementos para la estructura del modulo 22

Introducción

La automatización industrial se ha convertido en uno de los pilares fundamentales del desarrollo tecnológico moderno, pues desde principios del siglo XX se ha evidenciado notablemente la necesidad que tienen las grandes industrias de automatizar sus procesos, con el objetivo de reducir sus costos y maximizar sus rendimientos. Para esto se ha implantado diferentes tipos de sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos que han aportado en el control de procesos, producción en serie y en la eficiencia de las operaciones (Caba & Guamantaqui, 2019). Los sistemas de control secuencial neumático y electro neumático utilizan componentes mecánicos con aire comprimido y componentes eléctricos para desarrollar continuamente diversas funcionalidades (Tinoco & Vaca, 2024).En la actualidad, debido a la gran importancia que tiene este tema en el ámbito de la educación y al avance tecnológico acelerado, se ha visto necesario la implementación de sistemas electroneumáticos dentro de las Universidades (Paucar, 2023), pues para que la educación de los alumnos esté garantizada, se deben adaptar métodos de aprendizaje continuos e integrales en donde el estudiante pueda combinar la teoría con la experiencia práctica, este es el caso de la automatización industrial neumática donde los avances tecnológicos demandan mayor preparación en los estudiantes, estas metas implican estar inmersos en temas de actualidad en la electroneumática, de tal forma que les permita desplegarse ante situaciones complejas de carácter profesional (Alman & Campoverde, 2019).

En el presente trabajo de titulación se pretende construir un banco electroneumático que permita efectuar simulaciones prácticas con elementos neumáticos y electroneumáticos mediante un control electrónico de los procesos, con el fin de que los estudiantes de las carreras técnicas realicen prácticas en tiempo real, fortaleciendo su aprendizaje a través de una herramienta que les permita resolver problemas prácticos a los que podrían enfrentarse en su carrera profesional. El banco electroneumático cumple con todas las especificaciones necesarias para su implementación, es así que se realiza un análisis de los diferentes tipos de dispositivos mecánicos, eléctricos y neumáticos, y una revisión de sistemas de control. En este trabajo de titulación abordaremos los siguientes apartados: en el primer capítulo se describe el problemática, la importancia y alcance, delimitación, objetivos; mientras que el segundo capítulo está enfocado en detallar el marco metodológico; para el capítulo tres se refiere al diseño del módulo donde se puede observar sus dimensiones, cantidad de láminas que contiene así como el diseño y el conexionado de cada una de ellas; seguidamente en el capítulo cuatro se comprueba la funcionalidad del módulo didáctico mediante la elaboración de diez prácticas que simulan procesos industriales, y finalmente en el capítulo cinco se

detallan las conclusiones y recomendaciones que se adquirieron en el transcurso del desarrollo del proyecto, así como en la estructuración e implementación de las prácticas.

Marco referencial

Antecedentes del problema

Con el paso del tiempo la evolución tecnológica ha permitido integrar componentes de accionamiento electroneumático con aplicaciones informáticas. Hoy en día, la mayoría de las empresas han optado por sustituir sus sistemas obsoletos por modernas herramientas como los sistemas PLC o software de mecánica destinados al control y automatización, los cuales ofrecen múltiples beneficios, como la detección temprana de fallas, así como el control y monitoreo del proceso.

La carrera de Tecnicatura en Automatización e Instrumentación de la Unidad Académica Salvador Allende de la Universidad de Cuenca dispone de laboratorios de Control y Manipulación Automática, en los cuales se encuentran diversos módulos para que los estudiantes realicen sus prácticas. Por esta razón, ha surgido la necesidad de incluir estas nuevas herramientas orientadas al control y simulación de procesos industriales.

Con la ayuda de un banco electroneumático, se podrán llevar a cabo prácticas que permitan consolidar los conocimientos adquiridos en el aula de clases con simulaciones de procesos en tiempo real.

Planteamiento del problema

En la actualidad el laboratorio de Automatización de la Unidad Educativa Salvador Allende de la Universidad de Cuenca no cuenta con un banco de electroneumática que cumpla con las especificaciones para ejecutar prácticas requeridas por los estudiantes. Por lo que se requiere desarrollar un módulo didáctico en el cual se pueda poner en práctica la teoría aprendida en el aula de clases. La implementación de este trabajo de titulación permitirá realizar actividades como:

- Diseño de circuitos electroneumáticos.
- Simulación
- Control de procesos.

Con la llegada de la Industria 4.0, es imperante la necesidad de formar profesionales que tengan conocimientos en cuanto a control y automatización se refiere. Al desarrollar e implementar este módulo, los estudiantes de la carrera de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca reforzarán los conocimientos de automatización y manipulación automática. Para que de este modo puedan cumplir con las expectativas y requerimientos establecidos por cada organización.

Delimitación del problema

La presente investigación se enfoca en el diseño, construcción, y mantenimiento de elementos y sistemas electroneumáticos, ideales para la investigación de procesos industriales. Desde esta perspectiva, el banco electroneumático aportara significativamente al desarrollo educativo al ser una base fundamental para futuros proyectos de investigación.

El mencionado proyecto se llevará a cabo durante el periodo académico agosto de 2024 - marzo de 2025 con una serie de etapas para su diseño e implementación que están acorde al marco metodológico establecido.

Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de este proyecto de investigación serán los estudiantes de la materia de Sistemas eléctricos neumáticas e hidráulicos, de la carrera de Tecnicatura de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca.

Tabla 1. Beneficiarios directos

Hombres	Mujeres	Total
14	1	15

Elaboración: Propia

Fuente: Universidad de Cuenca

Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de este proyecto serán todos los estudiantes de la carrera de Tecnicatura de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca.

Tabla 2. Beneficiarios indirectos

Hombres	Mujeres	Total
30	7	37

Elaboración: Propia

Fuente: Universidad de Cuenca

Justificación

La neumática es esencial para una variedad de aplicaciones, desde la producción automatizada hasta los sistemas de transporte. Sin embargo, debido a la naturaleza técnica compleja de la neumática, comprender y aplicarla puede ser un gran desafío.

Actualmente, la carrera no cuenta con un laboratorio para la realización de prácticas en la asignatura. En esta situación la experiencia práctica de los estudiantes se ve desfavorable ya

que no cuentan con los materiales necesarios para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en clase. Luego de realizar un análisis de esta situación basada en la experiencia de los estudiantes del grupo se llegó a la conclusión de que la construcción e implementación de un tablero de prácticas electroneumáticas resultaría ser una solución favorable. Este tablero permitirá a los estudiantes de la carrera de Automatización e Instrumentación llevar a cabo algunas prácticas básicas de neumática y electroneumática, fortaleciendo su proceso de aprendizaje.

La implementación de este tablero no solo brindará a los estudiantes la posibilidad de interactuar directamente con los componentes electroneumáticos, sino que también les permitirá construir y simular ejercicios de sistemas neumáticos y electroneumáticos.

Objetivos

Objetivo general

Construir un tablero de prácticas electroneumáticas de laboratorio para el fortalecimiento del desarrollo de prácticas de la asignatura “Sistemas eléctricos neumáticas e hidráulicos” de la carrera de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca.

Objetivos específicos

- Realizar el diseño de la estructura física del módulo electro-neumático utilizando el programa AutoCAD.
- Implementar sistemas de control y automatización en el tablero, utilizando tecnologías como sensores, contactores.
- Diseñar el circuito eléctrico y neumático de tablero de prácticas. Integrando componentes.
- Elaborar un manual de 10 prácticas de procesos neumáticos y electro-neumáticos con diseños de circuitos elaborados en FluidSIM y detallado su funcionalidad.

Marco teórico

Neumática

La neumática es la disciplina que estudia el comportamiento del aire en movimiento, utilizando cilindros y motores neumáticos para generar un movimiento controlado. Esta tecnología se emplea en una variedad de aplicaciones como herramientas, válvulas de control, martillos neumáticos, pistolas de pintura, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas, robots industriales, frenos, entre otros. entre otros (Peralvo & Sandoval, 2020).

Ventajas de la neumática

- El aire se puede obtener fácilmente y es abundante en la tierra.
- No es explosivo, por lo tanto, no hay riesgo de chispas.
- Los elementos del circuito neumático pueden trabajar a velocidades bastante altas y se pueden regular bastante fácilmente.
- Los cambios de temperaturas no afectan de forma significativa en el trabajo.
- Utiliza una energía limpia (Peralvo & Sandoval, 2020).

Electroneumática

La electroneumática es una de las tecnologías de automatización que actualmente está ganando gran relevancia en la mejora de procesos industriales. Su desarrollo se originó a partir de la neumática, una disciplina antigua que transformó la implementación de servomecanismos para accionar sistemas de producción. Con los avances en electricidad y electrónica, se produjo la combinación de métodos, dando lugar a los sistemas electro-neumáticos en la industria, los cuales eran más compactos y eficientes en comparación con los sistemas únicamente neumáticos (Chavarro, 2017).

Métodos para el diseño de circuitos neumáticos

En la automatización de procesos industriales se han integrado diversas tecnologías, destacando la neumática y la electrónica. Esto implica la necesidad de aplicar metodologías para gestionar las secuencias operativas, utilizando técnicas que faciliten el control y la gestión de dichas secuencias. Por lo tanto, existen distintos enfoques para resolver los problemas de secuencias tanto neumáticas como electroneumáticas, pero los más destacados son: el método intuitivo, paso a paso y el método cascado. (Caba & Guamantaqui, 2019).

Método intuitivo

En el método intuitivo, la señal proveniente del final de cada movimiento se transmite al siguiente, pero existe el riesgo de que se generen conflictos entre las señales que activan las válvulas que controlan los actuadores. Este enfoque funciona relativamente bien para circuitos simples, donde el problema puede resolverse con facilidad, pero en circuitos más complejos, la solución no es tan evidente y se necesita gran destreza. Además, es necesario confirmar lo que se intuye. Por esta razón, es importante contar con métodos que permitan llegar a la solución de manera ordenada y sistemática. (De Jesús Henao Castañeda & Jaramillo, 2012)

Método cascada

Este método permite encontrar la solución al diseño de circuitos neumáticos siguiendo unos pasos determinados y eliminar con ello las condiciones de bloqueo que se presentan en el diagrama de funcionamiento, y que se producen cuando es necesario ordenar el movimiento del vástago de un cilindro mientras todavía persiste la orden del movimiento opuesto del mismo cilindro. (Caiza, 2019).

***Método paso o paso*.**

Con el método de cascada, cuando hay más de dos válvulas en serie, se generan pérdidas de presión no deseadas, las cuales son solucionadas mediante el método paso a paso. Dado que el concepto de cascada ya es conocido, entender este nuevo método resulta fácil, ya que solo cambia la disposición y el número de válvulas de memoria utilizadas. Este método requiere que haya al menos tres o más grupos. (Caiza, 2019).

Componentes de un modelo neumático.

Válvulas neumáticas 5/2

La válvula solenoide 5/2 tiene cinco puertos y dos estados. Puede cambiar entre dos estados diferentes para controlar el flujo de aire hacia y desde ambos puertos de aire del cilindro neumático o actuador. (W. Jan, 2019)

Esta válvula de cinco vías y dos posiciones se puede considerar una extensión de la válvula 4/2. La diferencia es que la válvula 5/2 tiene un sentido más, por lo que el escape del cilindro de doble efecto puede ser independiente a cada lado, pudiendo realizar otras funciones de control. (Cruz, 2019)

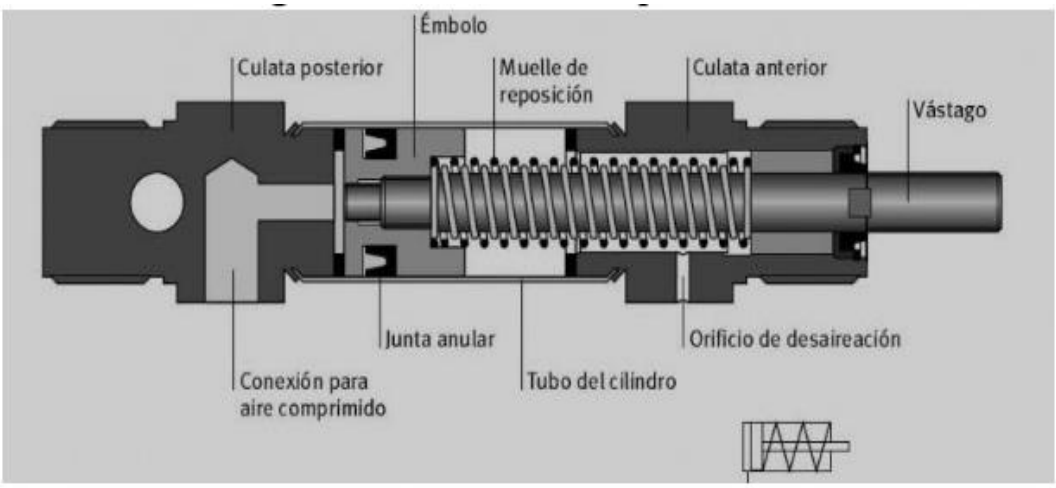
Figura 1. Válvula neumática

Fuente: (Peralvo & Sandoval, 2020)

Cilindros de simple efecto

Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que genera una fuerza, generalmente acompañada de un movimiento, mediante la acción de un gas comprimido, en este caso, el aire. Su función consiste en convertir la energía potencial del gas comprimido en energía cinética (movimiento). Esto se logra gracias a la diferencia de presión del aire, que impulsa un pistón en la dirección deseada. Cuando el cilindro se activa, el aire comprimido entra por un extremo del pistón, transmitiendo la fuerza y moviendo el pistón a medida que el gas se expande, buscando equilibrarse con la presión atmosférica (Bonilla Pamiboza & Noriega Flores, 2014)

Figura 2. Cilindro neumático



Fuente: (Bonilla Pamiboza & Noriega Flores, 2014)

Unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento es un conjunto de elementos (filtro, regulador y lubricador) diseñado para purificar, regular la presión y lubricar el sistema, es decir, minimizar los efectos de rozamiento con el fin de asegurar un mejor funcionamiento en las partes móviles (cilindros motores neumáticos) y en el sistema neumático como tal.

Una unidad de mantenimiento es un aparato diseñado para mejorar la calidad de aire que se suministra a las máquinas que utilizan equipo neumático para automatización en la industria. Muchos conocen las unidades de mantenimiento como FRL (por sus siglas, filtro, regulador, lubricador). Sin embargo, estos componentes solo son la parte más superficial de los ensambles que se pueden encontrar actualmente.

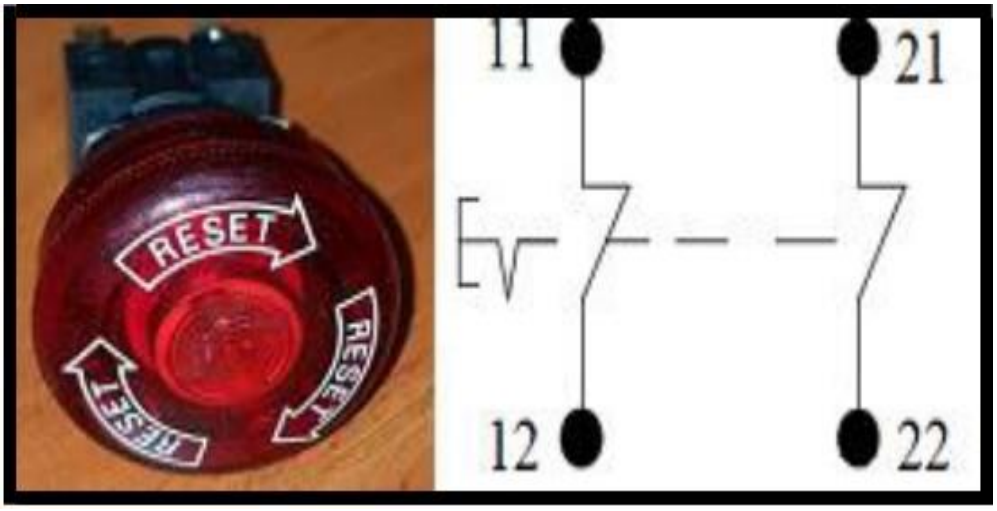
Figura 3. Unidad de almacenamiento

Fuente: (Tinoco & Vaca, 2024)

Pulsadores de emergencia

El pulsador de emergencia es un dispositivo de accionamiento manual de seguridad, existen varios tipos de modelos industriales cuyo actuador es HONGO, depende de su diagrama que posee dos contactos N.C con retención debido a su condición de seguridad ante todo proceso, la identificación del equipo es por el color del cabezal siendo este por normativa totalmente amarillo o rojo. (Coparoman, 2015).

Figura 4. Pulsador de emergencia



Fuente: (Alman & Campoverde, 2019).

Metodología y diseño experimental

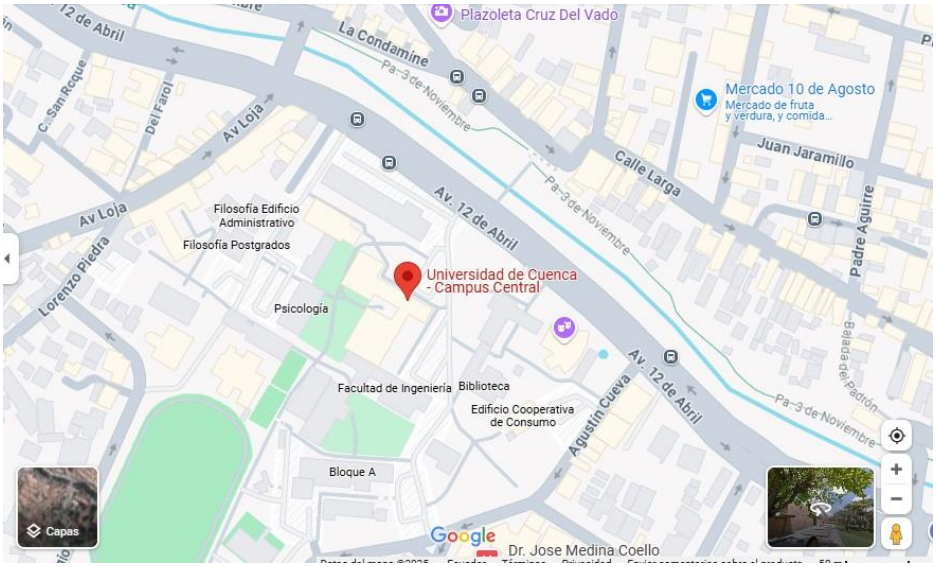
Metodología

La metodología del presente proyecto es de tipo investigativo, experimental. Previo a la implementación del proyecto se realizó un análisis bibliográfico en diferentes fuentes de información, tales como: libros, tesis, articulo científicos, sitios web, videos explicativos, etc., esto con el objetivo de recopilar la información necesaria para diseñar e implementar un banco de pruebas electroneumático adaptado a las necesidades de los estudiantes de nuestra carrera. Después de la revisión de la bibliografía y en conjunto con los conocimientos adquiridos en el aula de clase, se procedió con la ejecución de las fases del proyecto. Este cuenta con 3 fases principales. En la primera fase se diseña el modelo del banco electroneumático, tomando en cuenta los estándares de ergonomía y las condiciones fisiológicas del usuario, así como la ubicación de cada uno de los componentes que forma parte de este módulo. En la segunda fase se procede con montaje de los instrumentos neumáticos, así como la planificación y la configuración de la secuencia de los eventos que ocurren en el banco electroneumático con el fin de llegar a los resultados esperados. En la tercera fase se realiza una seria de prácticas de secuencias para probar su funcionamiento y verificar si el módulo cumple con la hipótesis planteada.

Localización

El presente proyecto a implementar estará situado en el laboratorio de prácticas de la Unidad Salvador Allende de la Universidad de Cuenca, a continuación, se puede apreciar una imagen referencial de la ubicación de banco de pruebas electroneumático.

Figura 5. Localización



Fuente: www.google.com/maps/place/UniversidaddeCuenca/CampusCentral

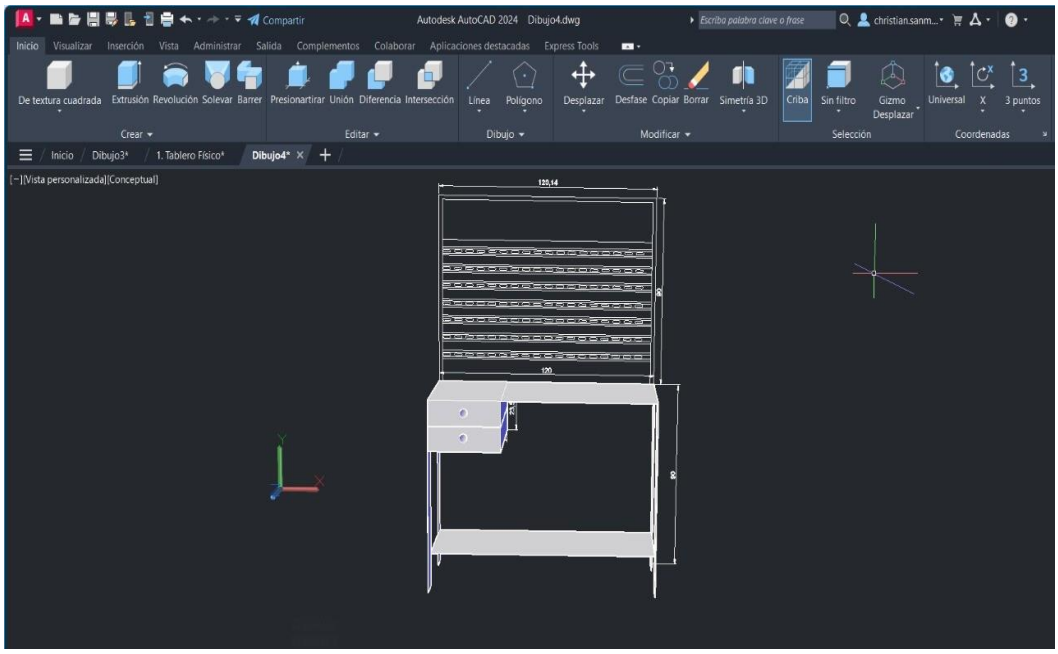
Hipótesis

La formación práctica de los estudiantes de la carrera de Tecnicatura de Automatización e Instrumentación de la Universidad de Cuenca tendrá una mejora significativa con la implementación del banco de pruebas electroneumático.

Diseño, montaje y construcción del banco electroneumático.

La construcción del módulo electroneumático se realizó en diferentes etapas. En primer lugar, se realizó el diseño del módulo en el software AutoCAD tomando en consideración las medidas de los elementos neumáticos que irán montados en él, a continuación, se muestra el diseño del módulo en la siguiente figura.

Figura 6. Diseño del modulo



Elaboración: Propia

Fuente: AutoCAD

Posteriormente, se procedió con la adquisición de los materiales tomando en cuenta el diseño del módulo, el costo de los materiales y el presupuesto con el que se contaba para la compra. En las siguientes tablas se muestran los elementos que forman parte del módulo.

Tabla 3. Elementos de modulo

ELEMENTOS NEUMÁTICOS		
Cantidad	**Elemento**	**Descripción**
25	Racor varias dimensiones 1/8, 1/6”	Conectores neumáticos
2	Válvulas neumáticas 5/2	Operador neumático accionador
3	Cilindros de simple efecto	Actuador neumático
1	Cilindros de doble efecto	Actuador neumático
1	Unidad de mantenimiento	0 - 200 psi
3	Válvula de accionamiento manual 3/2	Operador neumático accionador
10	Manguera para aire de 3/8	Regulador de Flujo de aire

2	Válvula de accionamiento con fin carrera	Operador neumático accionador

Elaboración: Propia

Fuente: Universidad de Cuenca

Tabla 4. Elementos electroneumáticos

ELEMENTOS ELECTRONEUMÁTICOS		
Cantidad	**Elemento**	**Descripción**
2	Electro válvulas 3/2	Electroválvula
1	Breaker para rieldin 6amperios	Interruptor de protección
2	Pulsantes N/O	Activador/Desactivador Eléctrico
3	Luces piloto Verde, amarrillo, rojo	Indicador
1	Paro de emergencia botón	Pulsador de Emergencia
10	Cable # 16 flexible conexiones	Conexiones
3	Temporizadores	Control de tiempo
3	Contactores de 6 Amperios	N/D
100	Bananas hembras y machos rojo/negro	Conectores Eléctricos

Elaboración: Propia

Fuente: Universidad de Cuenca

Tabla 5. Elementos para la estructura del modulo

ELEMENTOS ADICIONALES PARA FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO		
Cantidad	**Elemento**	**Descripción**
1	Construcción metálica de banco	Gabinete metálico
1	Caja metálica de control	N/D
1	Tablero de madera	Base y parte frontal
5	Riel din	Colocación de componentes neumáticos
1	Voltímetro	Medición de Voltaje

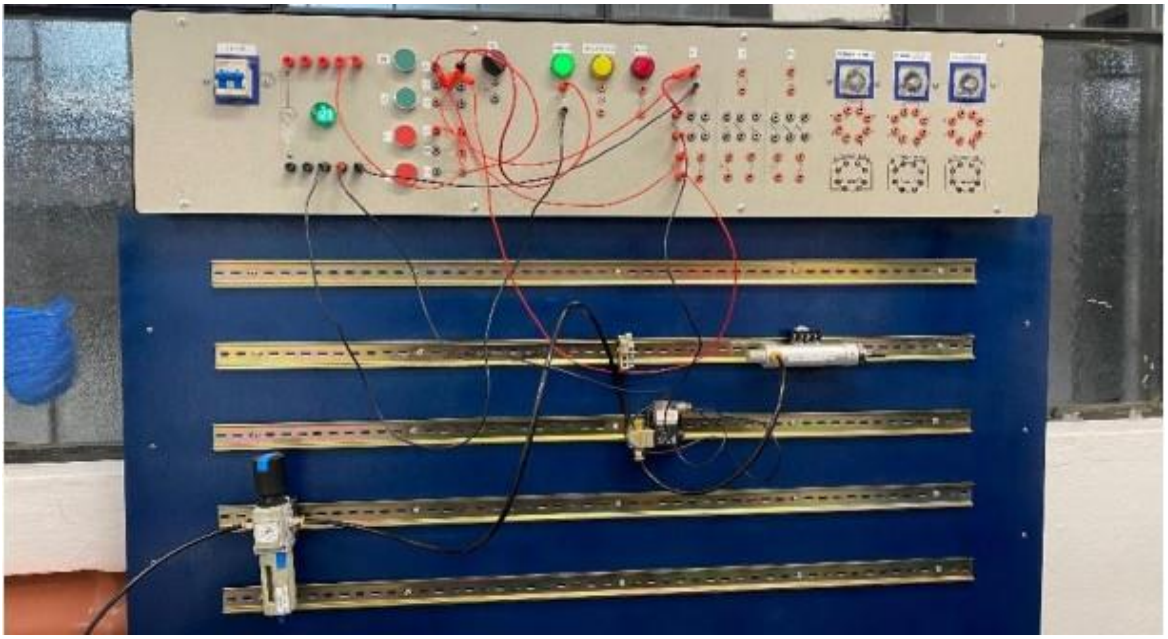
Elaboración: Propia

Fuente: Universidad de Cuenca

El proyecto tuvo un costo aproximado de $ 829.38 mismo que fue financiado con recursos propios. El detalle del mismo se presenta en el Anexo 1.

Luego se procedió a realizar construcción de la estructura metálica acorde al diseño que se había realizado en AutoCAD, para la colocación de esta estructura se adquirió dos planchas de madera, la una sirve como mesa y la otra plancha se coloca en la parte frontal de la estructura que se utiliza para colocar los componentes neumáticos en la siguiente figura se puede apreciar la primera parte de la construcción del módulo.

Figura 7. Construcción del módulo neumático



Elaboración: Propia

El siguiente paso fue colocar el gabinete metálico para sus respectivos circuitos de fuerza y de mando. En el circuito de fuerza se utilizó un interruptor termo magnético de 6 amperios, con 3 contactores cada uno de estos de 12 amperios respectivamente y en el circuito de mando se usó 2 pulsantes manualmente abiertos, dos pulsantes manualmente cerrados, el selector on/off de dos posiciones. También se colocó 3 luces piloto de color verde marcha, amarillo de advertencia y rojo de emergencia y 3 temporizadores. En la siguiente figura se puede apreciar esta conexión.

En la tapa del gabinete metálico se realizó perforaciones con un taladro neumático para colocar los conectores bananas hembra y poder unir con conectores bananas macho, esto con el fin de hacer más fácil la construcción del módulo. Por último, se instaló 4 ruedas giratorios sobre la base del módulo con el fin de que el banco neumático se pueda transportar con facilidad y sirva.

Prácticas del banco electroneumático

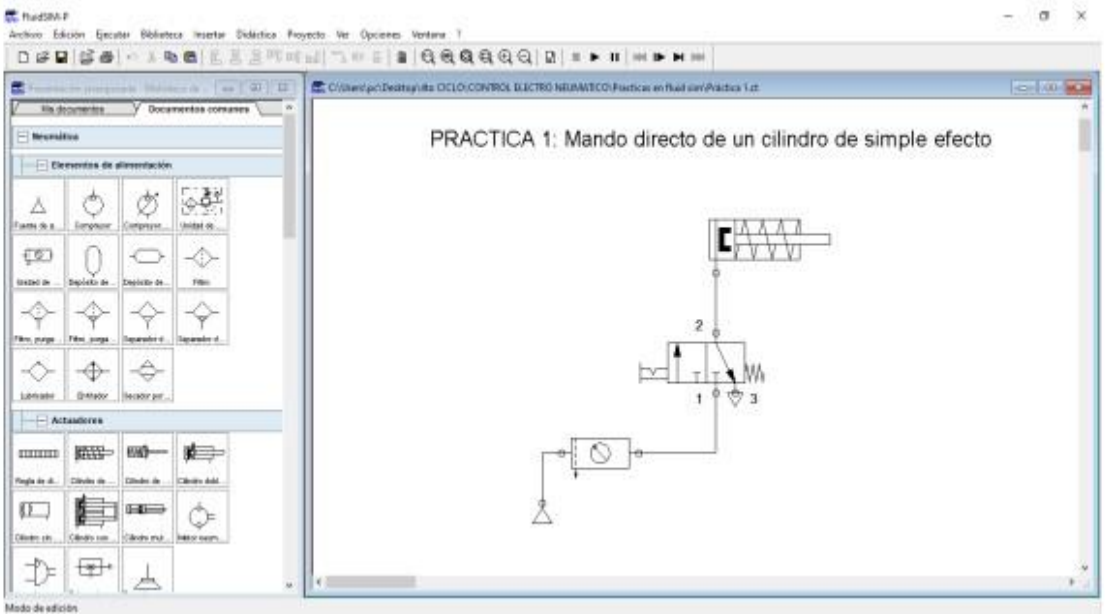
Una vez terminado con el proceso de montaje del banco de electroneumático se procedió con la aplicación de pruebas para verificar el correcto funcionamiento del módulo. Se realizó un total de 10 pruebas que se dividieron en 5 pruebas neumáticas para evaluar la integridad estructural de las tuberías y 5 pruebas electroneumáticas para verificar el funcionamiento de los circuitos. A continuación, se detalla los resultados de la practicas realizadas.

Práctica N° 1. Mando directo de un cilindro de simple efecto neumático

El objetivo de la primera práctica es realizar el accionamiento de un cilindro de simple efecto mediante una válvula manual botón 3/2, al presionar el botón de la válvula 3/2 el vástago del cilindro sale, y si queremos que el vástago regrese a su posición inicial presionamos el botón de la válvula 3/2.

Para llevar a cabo la prueba se procedió con el armado de esquema neumático en el Software FluidSIM, el mismo se muestra en la figura 8.

Figura 8. Mando directo de un cilindro de simple efecto.



Elaboración: Propia

Fuente: Simulador FluidSIM.

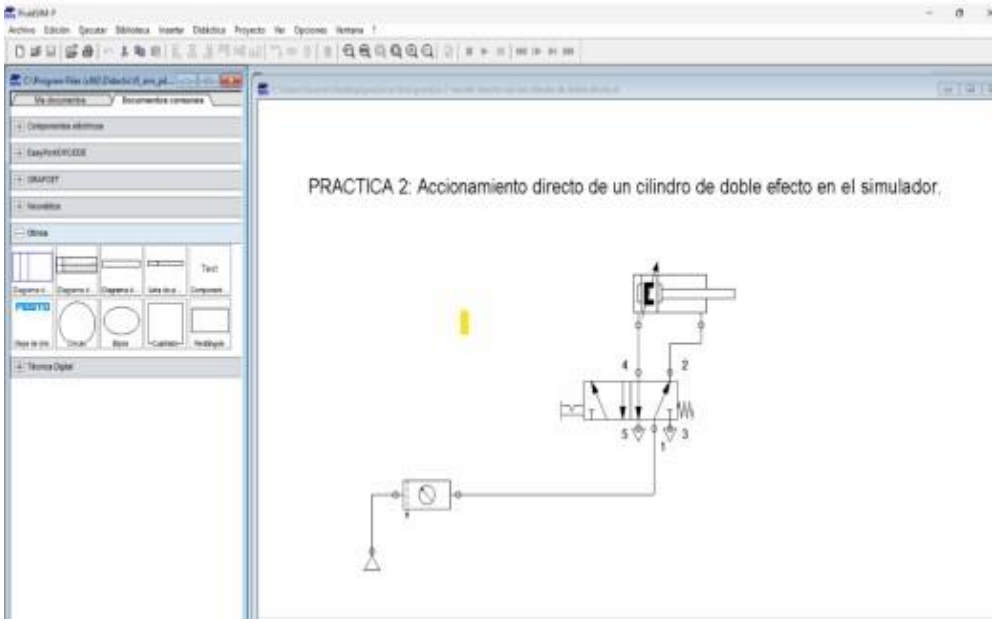
Los componentes utilizados para esta práctica fueron: Regulador de Presión, Cilindro de Simple efecto, Válvula manual botón 3/2, Fuente de aire comprimido, Silenciadores y mangueras. El aire se genera desde la fuente de aire comprimido para luego pasar por la unidad de mantenimiento y se detiene en la válvula ya que esta se encuentra cerrada, al

accionar la válvula manual este se mueve dejando pasar el aire por las vías 1 y 2 hacia el vástago y este sale. Esta práctica permite entender el funcionamiento de los componentes neumáticos.

Práctica N° 2. Accionamiento directo de un cilindro D/E neumático

En esta práctica se pretende realizar el accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula manual botón 5/2. Al accionar la válvula de manera manual esta se queda enclavada dejando pasar el aire al cilindro para que el vástago salga a través de las vías 1 y 4. Y para que el vástago regrese a su posición original accionamos nuevamente la válvula manual, esto significa que el aire está pasando de manera directa al cilindro dejándolo en posición inicial, el aire pasa por las vías 3 y 2. A continuación se muestra el diseño de la práctica en la figura 9.

Figura 9. Accionamiento de un cilindro de doble efecto en el simulador



Elaboración: Propia

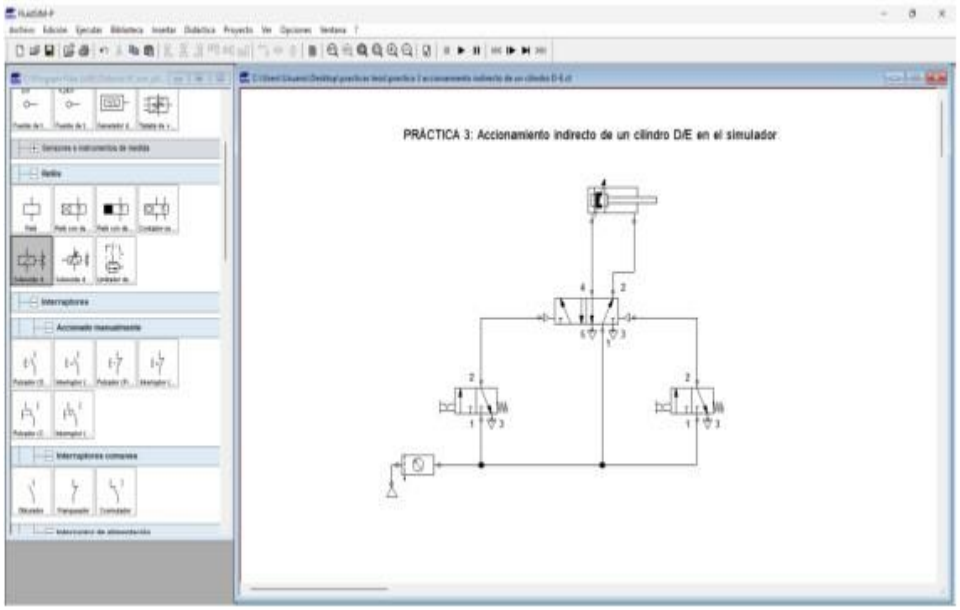
Fuente: Simulador FluidSIM.

Como conclusión podemos acotar que la prueba resulto un éxito ya que nos permite comprender el control del aire comprimido.

Práctica N° 3. Accionamiento indirecto de un cilindro D/E neumático en el Simulador.

En esta práctica se realizó el accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula de accionamiento neumático 5/2 con dos válvulas de accionamiento manual 3/2. El diseño se muestra en la figura 10.

Figura 10. Accionamiento indirecto de un cilindro D/E



Elaboración: Propia

Fuente: Simulador FluidSIM

Usando una válvula de 5 vías y dos posiciones la cual será la encargada de moverse mediante un accionamiento neumático/eléctrico tanto para el lado izquierdo como para el derecho. Por medio de dos válvulas 3/2 con retorno de muelle las cuales están configuradas para accionarse de manera manual y un muelle de retorno. Esto permitirá que el aire fluya al accionar la válvula 3/2 por las vías 1 y 2 hacia la entrada neumático/eléctrico y moverá a la válvula 5/2 dejando pasar el aire y permitirnos mover el vástago. Para regresar el accionamos la segunda válvula 3/2 dejando pasar el aire de la vía 1 a 2, llegando a la entrada neumática/eléctrica y moviendo la válvula 5/2 dejando pasar el aire de 1 a 2 y cerrando el vástago, nuevamente para repetir el ciclo desactivamos la segunda válvula 3/2 y pulsamos la primera válvula 3/2. Es así como se repite el patrón. La práctica nos permite entender el uso de estos componentes neumáticos y se recomiendo utilizar una manguera de ¼ color negro.

Práctica N° 4. Avance de 3 cilindros A+B+C neumático.

Para el accionamiento del vástago del cilindro de doble efecto se utilizó una válvula manual con retorno de muelle 5/2, activando y dejando salir el vástago chocando en el primer fin carrera, una vez que choca el vástago en el primer fin carrera el vástago del primer cilindro de simple efecto sale, después de salir el vástago choca en el segundo fin carrera activando al vástago del tercer cilindro de simple efecto. Si queremos que los vástagos regresen a su

posición inicial, accionamos nuevamente la válvula 5/2. En el banco neumático el funcionamiento queda reflejado en la figura 11

Figura 11. Avance de 3 cilindros A+B+C

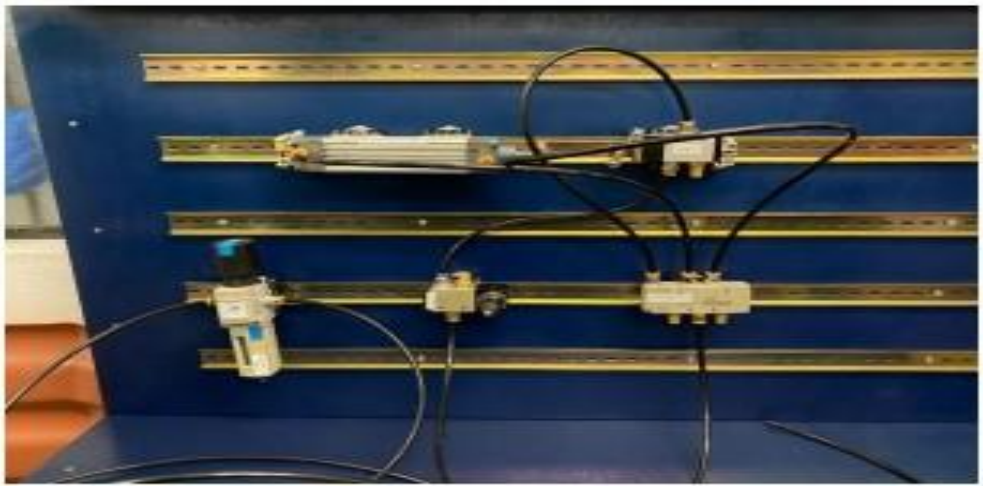
Elaboración: Propia

Fuente: Simulador FluidSIM

Práctica N° 5. Accionamiento de un cilindro vaivén neumático D/E en el simulador

Al accionar la válvula manual 3/2 el paso de aire va directo por la válvula 5/2 y por el fin carrera accionando el rodillo y dejando pasar el aire para que el vástago salga, para el regreso del vástago el rodillo del fin carrera vuelve a su posición inicial dejando pasar el aire hacia la cámara interna del cilindro, volviendo el retroceso del vástago a su posición inicial. El circuito vaivén sigue la secuencia de avance del vástago y retroceso, se repite el patrón. El funcionamiento de está practica queda reflejado en la figura 12.

Figura 12. Accionamiento de un cilindro vaivén neumático D/E



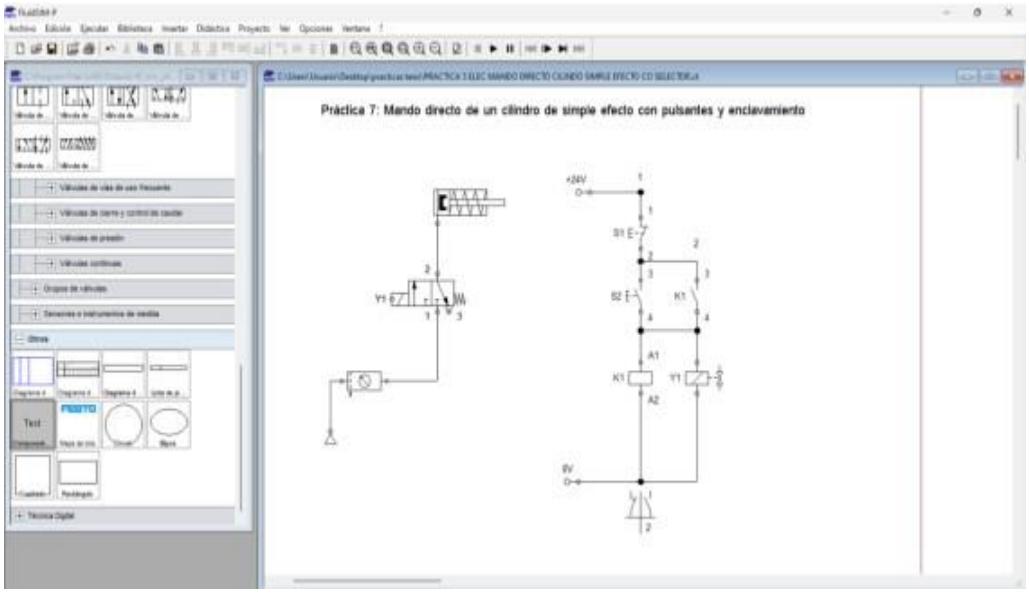
Elaboración: Propia

Fuente: Simulador FluidSIM

Práctica N° 6. Mando directo de un cilindro de simple efecto con selector ON/OFF en el simulador

Para el accionamiento de un cilindro de simple efecto mediante una electroválvula 3/2 accionada por un selector, el circuito funciona de la siguiente manera (véase la figura 13)

Figura 13. Mando directo de un cilindro de simple efecto con selector ON/OFF



Elaboración: Propia

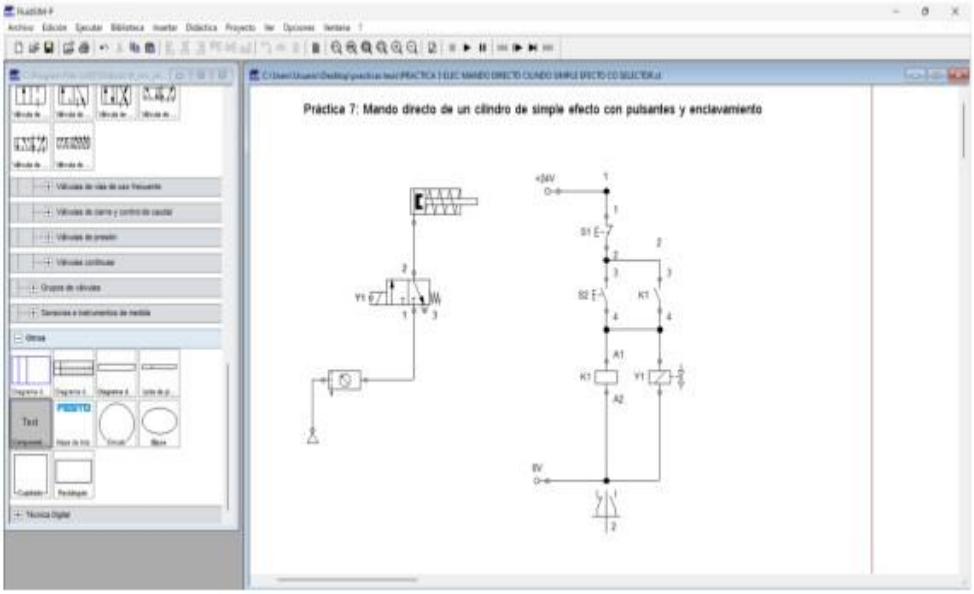
Fuente: Simulador FluidSIM

Al girar el selector el paso de corriente se cierra y fluye activando la electroválvula 3/2, y pasando el aire es ahí donde el vástago sale, y para que el vástago regrese nuevamente se gira el selector en su posición OFF abriendo el paso de corriente desactivando la electroválvula, regresando el vástago a su posición inicial. La conexión del circuito a una fuente de alimentación 110 V asegura un funcionamiento correcto y fiable. La práctica evidencia como este circuito electroneumático combina componentes eléctricos y neumáticos para lograr el control eficiente del cilindro de simple efecto.

Practica N° 7. Mando directo de un cilindro simple efecto con pulsantes y enclavamiento

Para el accionamiento de un cilindro de simple efecto mediante un electro válvula 3/2 con enclavamiento, se procede con el armado del esquema neumático (véase en la figura 14)

Figura 14. Mando directo de un cilindro de simple efecto con pulsantes y enclavamiento



Elaboración: Propia

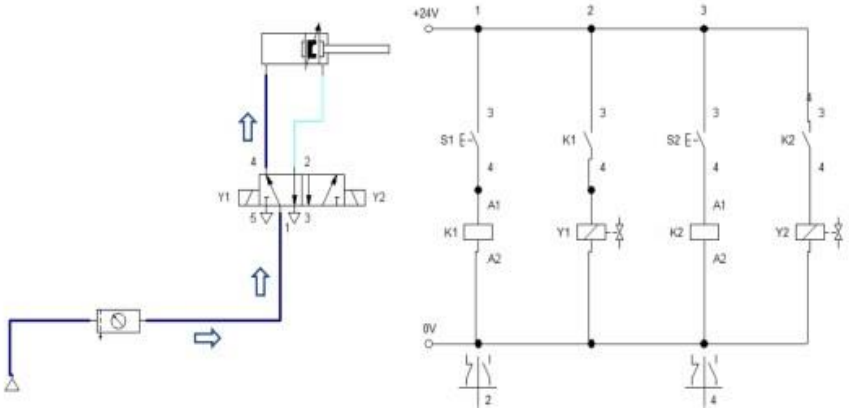
Fuente: Simulador FluidSIM

Al presionar S1 el contactor se enclava, esto sucede porque el contacto auxiliar K1 está conectado en paralelo con el pulsante NO, dejando activar a la bobina y accionando eléctricamente la electroválvula 3/2, una vez activado el aire pasa hacia el vástago y deja salir, para apagar el circuito se presiona S1, este des energiza la bobina y el vástago vuelve a su posición inicial. El uso de un cilindro de simple efecto y con la electroválvula que es manejado eléctricamente por un pulsante.

Práctica N° 8. Circuito combinacional de accionamiento electroneumático con cilindro D/E

Para el funcionamiento de este circuito se incluyeron los siguientes materiales: Regulador de presión, Electroválvula 5/2 a 110V, Cilindro doble efecto., Fuente de aire comprimido, Silenciador, Manguera, Dos pulsantes NO, Paro de emergencia, Fuente de tensión 110V. El flujo funciona cunado presionamos el pulsante S1 activando el solenoide Y1 de la electroválvula dejando pasar el aire hacia el cilindro y que el vástago del salga, el vástago siempre va a estar en adelanto ya que el aire le permite estar activado, si queremos que el vástago regrese a su posición inicial simplemente presionamos S2 activando al otro solenoide Y2 cambiando de posición dejando que el aire fluya para el retroceso del vástago (Véase en la figura 15)

Figura 15. Circuito combinacional de accionamiento electroneumático con cilindro D/E



Elaboración: Propia

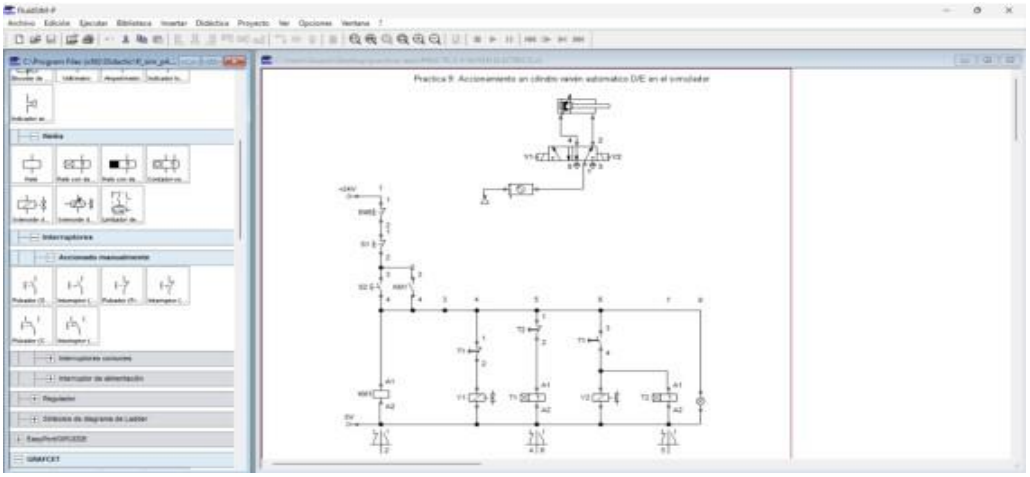
Fuente: Simulador FluidSIM

La práctica realizada en el módulo arrojo resultados satisfactorios pues emprendió la importancia de realizar conexiones precisas y seguras para garantizar el correcto funcionamiento del circuito.

Práctica N° 9. Accionamiento de un cilindro D/E vaivén automático.

Para el Accionamiento de un cilindro D/E vaivén automático mediante lógica cableada, se empezó realizando el diseño el software que se puede apreciar en la figura 16.

Figura 16. Accionamiento de un cilindro D/E vaivén automático



Elaboración: Propia

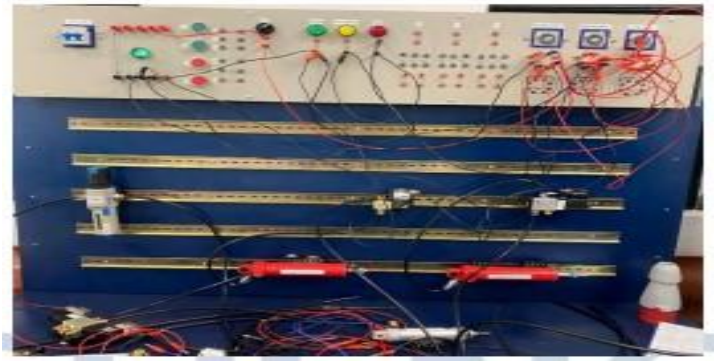
Fuente: Simulador FluidSIM

Al presionar S2 el contactor se enclava y la luz piloto color verde se enciende mostrando que el circuito está en marcha activando al vástago después de 1.5 segundos el vástago regresa a su posición inicial y nuevamente sale repitiendo el patrón ya que es un circuito de vaivén, este ciclo automático lo hacen los temporizadores ya que sus contactos abren y cierran activando y desactivando el solenoide o bobina de la electroválvula, la secuencia del circuito vaivén va a depender del tiempo normalmente se trabaja en 1.5 segundos para que sea cíclico. Si queremos parar el circuito simplemente presionamos el pulsante S1.

Práctica N° 10. Circuito encendido y apagado secuencial con 3 cilindros de simple efecto

El funcionamiento del Circuito encendido y apagado secuencial con 3 cilindros de simple efecto se activa al presionar S2 se activa la luz piloto verde y el solenoide de la primera electroválvula dejando salir el vástago del primer cilindro, después de 1 segundo se desactiva la electroválvula por medio del temporizador 1 retornando el vástago a su posición inicial por medio de un retorno de muelle pero a la vez se activa el solenoide de la segunda electroválvula dejando salir al vástago del segundo cilindro, nuevamente por 1 segundo se desactiva el segundo solenoide por medio del segundo temporizador así mismo regresando el vástago a su posición inicial por medio de un retorno de muelle, por el ultimo se activa el solenoide de la tercera electroválvula dejando salir al vástago del tercer cilindro, nuevamente por 1 segundo se desactiva la electroválvula por medio de un temporizador regresando su vástago a su posición inicial por medio del retorno de muelle, repitiendo la secuencia del circuito con avance y retroceso de cada cilindro cíclicamente. Si queremos parar el circuito simplemente pulsamos S1 desenclavando el contactor. Véase el funcionamiento de esta práctica en la figura 19.

Figura 17. Circuito encendido y apagado secuencial con 3 cilindros de simple efecto



Elaboración: Propia

Fuente: Simulador FluidSIM

Conclusiones

Una vez culminado con el proceso de diseño, implementación y evaluación de pruebas de funcionamiento con el banco electroneumático se puede concluir lo siguiente:

1. Tras realizar una búsqueda minuciosa y extraer información bibliográfica pertinente, se pudo entender los principios de la neumática y la electroneumática, lo que contribuyo significativamente en la construcción de este módulo didáctico con un enfoque basado en mejores prácticas y adaptado a los conocimientos actuales.
2. El proyecto de titulación cumple con el objetivo principal que consiste en Construir un tablero de prácticas electroneumáticas de laboratorio para el fortalecimiento educativo de los estudiantes de la carrera de Automatización e Instrumentación de Unidad Académica Salvador Allende de la Universidad de Cuenca.
3. El módulo posee una estructura metálica adecuada para soportar el peso de los dispositivos eléctricos y los componentes neumáticos para el desarrollo de prácticas de control industrial y neumática.
4. Se cumple con el objetivo específico de realizar un manual de prácticas que permita al usuario entender el funcionamiento del módulo, siendo este un aporte significativo para los futuros estudiantes que utilicen este banco de pruebas.
5. El banco electroneumático permite el diseño e implementación de los diferentes procesos industriales enfocados en la automatización y reducción de tiempo y recursos. Ese aporte se lo hizo con el objetivo de reforzar los conocimientos teóricos aprendidos en la carrera y garantizar la formación técnica y tecnológica.
6. Las prácticas de desempeño a través de secuencias neumáticas y electroneumáticas permiten garantizar un correcto funcionamiento del módulo y cumplir con el objetivo planteado en el presente proyecto, ya que en esta fase no solo se puede encontrar potenciales fallas o puntos de mejora en el diseño del banco electroneumático, sino que también nos brinda una importante retroalimentación, necesaria para mejorar la experiencia en el aprendizaje de los estudiantes.

Recomendaciones

1. El módulo electroneumático está diseñado para trabajar con un voltaje de 110 voltios por lo que se recomienda evitar las fuentes con voltajes de 220 voltios ya que su uso puede causar daños en los componentes eléctricos que forman parte del banco neumático.
2. Se recomienda utilizar una presión de aire que oscile entre un rango de 4 a 6 bares, ya que si se trabaja por fuera de este rango puede existir una baja de presión o una sobrepresión respectivamente que podrían causar daños en los componentes neumáticos.
3. Realizar un mantenimiento preventivo de los elementos que componen el banco neumático tales como conectores, mangueras, codos, componentes electrónicos con el fin de alargar su vida útil y mejor el desempeño de modulo.
4. Se recomienda realizar las prácticas neumáticas con la dirección de un docente.

Referencias

Alman, C., & Campoverde, T. (2019). Diseño e implementación de un módulo didáctico electroneumático para prácticas de procesos industriales utilizando un plc s7-1200 e interfaz Hmi.

Bonilla Pamiboza, D. X., & Noriega Flores, C. P. (2014). Diseño, Construcción E Implementación De Un Banco Didáctico Electroneumático Para Laboratorio De Neumática De La Escuela De Ingeniería Mecánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Caba, D., & Guamantaqui, J. (2019). Implementación de un banco electroneumático utilizando una interfaz de comunicación easyport, fluidsim para el laboratorio de automatización y manipulación automática, escuela de ingeniería de mantenimiento". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Caiza, J. (2019). "Mantenimiento Mejorativo De Un Banco De Neumática Para El Laboratorio De Automatización Y Manipulación Automática, Escuela De Ingeniería De Mantenimiento". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Chavarro, C. (2017). Implementación de bancos de trabajo electroneumático, electricidad industrial, instrumentación y programación en plc. Universidad de los Llanos.

De Jesús Henao Castañeda, É., & Jaramillo, M. M. (2012). Método tabla de secuencias para la solución de circuitos neumáticos e hidráulicos. Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería Universidad Del Zulia, 35(2), 132–140.

Paucar, P. (2023). Diseño y construcción de módulo neumático. Universidad Internacional SEK.

Peralvo, D., & Sandoval, D. (2020). "Repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, para el desarrollo de prácticas de laboratorio." Proyecto (Vol. 1) [Universidad técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf

Tinoco, Y., & Vaca, C. (2024). Implementación de un módulo didáctico para la asignatura de sistemas de control oleoneumático en la utc extensión la maná. Universidad de Cotopaxi

Anexos

Anexo A

N.º	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
1	Racores de varias dimensiones	25		$ 1,50	$ 37,50
2	Válvulas neumáticas 5/2	2		$ 15,50	$ 31,00
3	Electro válvulas 5/2	2		$ 23,50	$ 47,00
4	Cilindros de simple efecto	3		$ 15,50	$ 46,50
5	Cilindros de doble efecto	1		$ 20,00	$ 20,00
6	Selector on/off	1		$ 2,50	$ 2,50
7	Unidad de manteamiento	1		$ 21,50	$ 21,50
8	Construcción metálica de banco	1		$ 85,00	$ 85,00
9	Electro válvulas 3/2	2		$ 18,50	$ 37,00
10	Válvula de accionamiento manual 3/2	3		$ 14,50	$ 43,50
11	Breaker para riel din 6amperios	1		$ 6,50	$ 6,50
12	Pulsantes N/O	2		$ 5,50	$ 11,00
13	Pulsantes N/C	2		$ 6,25	$ 12,50
14	Luces piloto Verde, amarrillo, rojo	3		$ 4,50	$ 13,50
15	Paro de emergencia botón	1		$ 2,50	$ 2,50
16	Temporizadores	3		$ 15,50	$ 46,50
17	Válvula de accionamiento con fin carrera	2		$ 13,50	$ 27,00
18	Contactores de 6 Amperios	3		$ 13,50	$ 40,50
19	Bananas hembras y machos rojo/negro	100		$ 0,58	$ 58,00
20	Cable # 16 flexible conexiones	10		$ 0,45	$ 4,50
21	Caja Metálica de control	1		$ 67,00	$ 67,00
22	Manguera para aire de 3/8	10		$ 0,87	$ 8,70
23	Voltímetro	1		$ 3,50	$ 3,50
24	Tablero de madera	1		$ 40,00	$ 40,00
25	Riel din	4		$ 2,00	$ 8,00
				SUBTOTAL	$ 721,20
				IVA 15%	$ 108,18
				TOTAL	$ 829,38