

Reparación de los tableros de pruebas neumático y electroneumático e implementación de control automático del tablero electroneumático mediante PLC

Autores: Johan Rojas Vargas 23551923379

Javier Velásquez 23552014172

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Tecnología en mantenimiento electromecánico industrial

universidad Antonio Nariño

Villavicencio

Wrojas02@uan.edu.co

Ovelasquez83@uan.edu.co

Mg. Alberto Villarraga Baquero

avillarriaga@uan.edu.co

RESUMEN: El uso de los tableros didácticos para las prácticas de neumática y electro-neumática, disponibles en la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, se presentó una problemática de fallas y falta de mantenimiento del equipo, componentes e instrumentos que los conforman. El objetivo principal del presente trabajo es el desarrollo de un plan de restauración y puesta en funcionamiento de estos tableros didácticos dejándolos totalmente restaurados, mediante la identificación de los elementos que requirieron mantenimiento, compostura o reemplazo, con la consecuente reconfiguración de sus sistemas de control con la programación del PLC de acuerdo a los existentes en el tablero. La restauración y puesta en marcha abarca la totalidad de los tableros del laboratorio, funcionando de manera adecuada para la realización de las prácticas, además de incluir una sección de cuidados del equipo empleado.

PALABRAS CLAVE: *Tableros didácticos, neumática, electro-neumática, plan de restauración, sistemas de control, PLC.*

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El desarrollo de la tecnología ha influenciado el desarrollo de los sistemas de control neumático y electro-neumático. Al principio, el sistema de control utilizaba válvulas neumáticas y luego se implementó un relé electroneumático y, por último, se desarrolló un sistema de control neumático mediante PLC. El PLC es un microprocesador basado en una unidad informática en la cual se pueden realizar funciones de control de diferentes tipos y diferentes niveles de complejidad [1]. Mientras tanto, según Bolton, el PLC es una forma especializada de controlador basado en un microprocesador que utiliza memoria y puede programarse para almacenar instrucciones y puede usarse para implementar funciones como lógica, secuenciación, cronometraje, conteo y aritmética para controlar máquinas y procesos [2]. Del anterior se puede concluir que el PLC es un dispositivo de control basado en un microprocesador que utiliza la lógica de la del lenguaje de máquina para establecer el orden de acuerdo con el programa de trabajo.

Los beneficios de la automatización pueden ser entre otros, reducir la mano de obra, ahorrar energía a través de ganancias de eficiencia,

disminuir la cantidad de materiales necesarios y mejorar la calidad, exactitud, previsibilidad y precisión. Los sistemas de control también mejoran la seguridad al alejar a los seres humanos de condiciones inseguras o peligrosas. Los sistemas de control comenzaron dando a las personas una forma de evolución a través de la tecnología y la innovación para poder pensar y actuar dentro de intervalos de tiempo más pequeños (milisegundos) que los operadores humanos no pueden percibir.

Si bien se consideran los controles industriales como parte de los procesos de fábrica desde el siglo XIX, las sociedades griegas y árabes en realidad tenían algunos reguladores de válvula de flotador en dispositivos como relojes de agua, lámparas de aceite, dispensadores de vino y depósitos de agua. [2]

Se cree que uno de los primeros dispositivos de control de retroalimentación registrados es el reloj de agua antiguo de Ktesibios en Alejandría, Egipto alrededor del 250 a.C. El reloj de agua de Ktesibios utilizó agua para alimentar y regular un mecanismo de cronometraje preciso. El reloj marcaba la hora con mayor precisión que cualquier otro reloj inventado hasta el siglo XVII con la invención del reloj de péndulo.

Los “autómatas” danzantes han existido en varias formas a lo largo de la historia, la primera aplicación registrada y las raíces es de los “autómatas” se remonta cerca del año 400 a.C. Un filósofo, matemático y estratega griego, Archytas, posiblemente diseñó una máquina con forma de ave que podía volar suspendida de un cable. Se le conoció como “la paloma” o automatización de la paloma de madera [3]. Los “autómatas” comenzaron a tomar forma como dispositivos mecánicos que podía realizar una serie de movimientos. Este tipo de tecnología es un excelente ejemplo de sistemas de control de lazo abierto.

Estos son algunos ejemplos de lazo abierto y lazo cerrado.

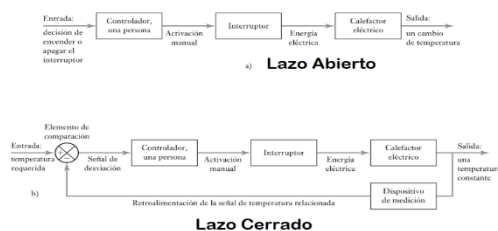


Fig. 1 <https://guiademecatronica.com/sistemas-de-control/>

Un sistema en lazo abierto es aquél que a la salida censada del proceso no es comparada con la señal de referencia. Un sistema en lazo cerrado toma la salida del proceso y la compara con la señal de referencia para conocer en todo momento la evolución de los datos. [4]

En 1620, Cornelis Drebbel diseñó un circuito de retroalimentación o sistema de control de circuito cerrado, para operar un horno, diseñando así el primer termostato [5]. Stuart Bennet señala en su artículo “A Brief History of Automatic Control”, que René-Antoine Ferchault de Réamur propuso ideas para dispositivos automáticos con el objetivo de controlar la temperatura de las incubadoras. Su idea se basaba en que la temperatura era medida por la expansión de un líquido en un recipiente conectado a un tubo en U que contiene mercurio. Un flotador en el mercurio operaba un brazo que controlaba el tiro a un horno a través de un enlace mecánico. A medida que se abría o se cerraba el giro, afectaba la tasa de combustión y salida de calor. Este concepto también era un sistema de retroalimentación de circuito cerrado como la temperatura de la incubadora proporcionaría retroalimentación al líquido y, en última instancia, volvería a el control del horno.

Uno de los primeros mecanismos de control de retroalimentación se utilizó para cubrir las velas o aspas de los molinos de viento. Para controlar el espacio entre las piedras de moler granos que son impulsadas por las velas giratorias. Este mecanismo fue patentado por Edmund Lee en 1745. El concepto en última instancia, condujo a uno de los desarrollos de controles más significativos en el siglo XVIII, resultando en el gobernador de la máquina de vapor. [6]

El primer gobernador de vapor fue producido en noviembre de 1788 por James Watt (1736-1819). Aunque no era un control verdadero y perfecto, aún proporcionaba un control proporcionado sin proporcionar un control de velocidad preciso o

exacto. (no era un verdadero “gobernador” fue referido como un “moderador” en algunos círculos) [7].

El Dr. Bennett y C. C. Bissell se refirieron como el “Período Clásico” de control de la industria, al comprendido entre 1935 y 1950. Había cuatro grupos en los EE. UU. que trabajaban en controles y teoría de control. durante este período e incluyeron:

- American Telephone & Telegraph (AT&T): Enfocado en formas de extender el ancho de banda de sus sistemas de comunicaciones.
- Ingenieros de procesos y físicos, dirigidos por Ed Smith de la empresa Builders Iron Foundry Comenzaron a desarrollar la comprensión teórica completa de los sistemas de control que utilizaban. Buscaron una terminología común y persuadieron a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) para formar un Comité Industrial de Instrumentos y Reguladores en 1936.
- Foxboro Company: diseñó el controlador Stabilog, que proporcionó un control de acción proporcional más integral.
- Laboratorio de Servomecanismos – Instituto Tecnológico de Massachusetts – Este grupo ideó el concepto de “diagramas de bloques” y sistemas de control simulados.

El período de entreguerras y el inicio de la Segunda Guerra Mundial reunió a muchos expertos en controles -incluidos los grupos anteriores, para resolver el llamado “problema de control de incendios”. Básicamente, problemas con la estabilidad de la plataforma, objetivos en movimiento, seguimiento de objetivos y puntería, las predicciones eran las áreas clave que requerían soluciones de estos expertos.

No hace falta decir que la guerra también reunió a expertos en controles avanzados en el Reino Unido, Alemania y la URSS con un enfoque similar en los sistemas y problemas de control centrados en la guerra que tenía aplicaciones en muchos aspectos de la vida cotidiana.

Los frutos de este período de diseño e implementación de sistemas de control comenzaron a pasarse a la literatura de posguerra. Algunos libros sobre ingeniería de control automático publicaron la teoría del servomecanismo. En 1946 la Institución de Ingenieros Eléctricos realizó una conferencia sobre el radar con varias ponencias relacionadas a servomecanismos. El Laboratorio de Radiación del MIT, que se centró en los problemas de los radares, emitió una serie de informes relacionados que incluyen teoría del servomecanismo también.

A principios de la década de 1950, los ingenieros de control comenzaron a darse cuenta de que los sistemas de control son no lineales, que las medidas reales contienen errores y están contaminadas por el ruido, y en los sistemas reales tanto el proceso como el entorno son inciertos. Los años 50 vieron el desarrollo de nuevas formas de modelar sistemas de control de procesos y plantas usando física-matemática, balance de masa/energía, modelos de “caja negra”, etc. Además, las escuelas de ingeniería comenzaron a impartir cursos sobre servomecanismos y teoría de control. [8]

La historia de los sistemas de control modernos está ligada a las comunicaciones y la invención de las máquinas de procesamiento de datos, que sentó las bases para las computadoras, así como las conocemos hoy. En 1950, Sperry Rand Corporation construyó UNIVAC I, la primera máquina comercial de procesamiento de datos.

Las máquinas como herramientas comenzaban a automatizarse en la década de 1950 con el Control Numérico (NC) utilizando cinta de papel perforado [9]. Esto evolucionó a Control Numérico Computarizado (CNC).

Antes de la década de 1950, los sistemas de control predominantes eran analógicos o simplemente controles “on-off” con interruptor analógico o posiciones de relé. Los primeros sistemas de control digital (DCS) comenzaron a desarrollarse

en 1956 y se pusieron en funcionamiento en 1959 en el puerto de la refinería Arthur (Texas) y en la planta de amoníaco de Monsanto en Luling, Louisiana, para el siguiente año. Estos sistemas eran de naturaleza supervisora y los bucles individuales estaban controlados por controladores eléctricos, neumáticos o hidráulicos convencionales, pero monitoreados por una computadora. El trabajo comenzó en 1959 para diseñar una computadora digital que pudiera controlar completamente un proceso de controles industriales [10].

A fines de la década de 1960, aparecieron en escena algunas computadoras especializadas en control de procesos, ofreciendo control digital directo (DDC). En el DDC la computadora implementa una forma discreta de un algoritmo de control. Desafortunadamente, estos sistemas DDC eran caros y fueron reemplazados por las microcomputadoras más baratas de principios de la década de 1970.

Entonces, aunque no se profundiza en la lógica de escalera, se debe saber que la lógica de escalera es un estándar de la industria para representar sistemas de control lógico de relés. El diagrama se asemeja a una escalera porque los soportes verticales de la escalera aparecen como alimentación y retorno de energía, y los peldaños horizontales de la escalera aparecen como circuitos en serie y/o en paralelo conectados a través de las líneas eléctricas.

Las primeras pilas de relés en uso en ese momento también tenían sus limitaciones, eran caras, difíciles de cablear y configurar, y una vez que estaban en funcionamiento eran muy engorrosas de cambiarlas. Estas deficiencias llevaron al desarrollo del moderno PLC. A menudo se observa en la historia de los PLC que, en casos extremos, como en la industria del automóvil: los bastidores de relés completos tuvieron que ser retirados/eliminados y reemplazados ya que no era económicamente factible volver a cablear los paneles antiguos con cada cambio de modelo de producción.

Dick Morley es probablemente el “padre” del PLC. En su narración llamada “La Historia del PLC” señala que el PLC moderno nació el día de Año Nuevo de 1968. La máquina inicial, que nunca se entregó, solo tenía 125 palabras de memoria y no tenía consideraciones de velocidad. Cuando probaron el primer PLC inmediatamente se quedó sin memoria y era demasiado lento para realizar cualquier función cerca de los tiempos de respuesta del relé requerido [11].

El primer PLC entregado se llamó Modicon. El nombre Modicon significa Controlador Modular Digital. Una de las primeras unidades fue diseñada para la maquinaria industrial. La ubicación del primer Modicon PLC fue en la empresa Bryant Chuck and Grinder en Springfield, Vermont, que usó el modelo 084, que representaba el Proyecto 084. La máquina fue construida para ser robusta: no tenía interruptor de “ENCENDIDO/APAGADO”, no tenía ventiladores, no hacía ningún ruido y no tenía partes que se desgastaran.

En la narrativa de Morley, al personal de Bryant “le gustó el equipo tanto que nunca compraron uno. Ellos a su vez pensaron que era una buena idea, y como muchos hicieron en ese momento, trató de evolucionar por su cuenta”. [12]

El siguiente cliente de Modicon PLC fue Landis, Pensilvania. Los ingenieros de Landis se mostraron inicialmente impresionados con el Modicon PLC; sin embargo, decidieron hacer algunas de sus propias pruebas de campo. Cabe destacar que Morley también informó en su narración de que el tiempo medio del PLC antes de la falla (MTBF) en el campo fue de unas impresionantes 50,000 horas.

Por supuesto, Modicon no es el único tipo de PLC. De hecho, hay múltiples marcas de PLC disponibles de “Schneider, Siemens, General Electric, Mitsubishi, Yokagawa, Rockwell, etc”. Y, con el tiempo, los PLC se están volviendo más potentes debido a la potencia informática mejorada

y al tamaño de la memoria. Por ejemplo, el módulo SIMATIC N de Siemens en 1965 podía realizar 20 funciones de transistores y por lo tanto 15 instrucciones por segundo. En el modelo S5 de 1988, el número había llegado a unos cuatro millones de funciones de transistores y 32.000 instrucciones por segundo. [12]

En la década de 1930, las empresas de servicios públicos y los generadores comenzaron a interconectarse para intercambiar electricidad en todas las regiones para la confiabilidad y para reducir los costos operativos. La interconexión exigió un control más preciso de las operaciones de generación. Por lo tanto, las computadoras analógicas fueron desarrolladas e instaladas para monitorear y controlar la salida del generador, la línea de conexión de energía y frecuencia de línea. En la década de 1950, estas computadoras analógicas se mejoraron para cada generador según fue necesario en todo el sistema para proporcionar el menor costo y mantener altos índices de confiabilidad. Estas funciones se denominaron Despacho Económico (ED) y Control Automático de Generación (AGC), y cuando se llama a la leva combinada, Sistemas de Gestión Energética (EMS). [13]

El control de supervisión en los sistemas de servicios eléctricos también evolucionó a partir de la necesidad de operar equipos ubicados en subestaciones remotas. En el pasado era necesario tener personal estacionados en el sitio remoto para abrir interruptores automáticos u operar interruptores. Alternativamente enviaron tripulaciones según las necesidades. Hasta la década de 1940, un par de cables o un par múltiple de cable entre sitios, conocido como “cables piloto”, ayudó a las cuadrillas a realizar estas funciones. Cada par de cables operaba una pieza única de equipo. Esto era caro pero justificado si el equipo necesitaba operarse con frecuencia o para restablecer el servicio rápidamente.

A fines de la década de 1960, se desarrollaron computadoras digitales y software asociado para reemplazar sistemas EMS analógicos. Estos sistemas fueron inicialmente únicos y hechos a la

medida para el cliente individual; sin embargo, con el tiempo, los nuevos EMS de reemplazo se construyeron para abrir estándares y espacio para admitir aplicaciones en tiempo real.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desafortunadamente, al hacer uso de las instalaciones del tablero didáctico por parte de los alumnos e instructores, son evidentes los problemas de malfuncionamiento, mal uso y poco mantenimiento tales como fugas en las mangueras, fallas de contacto en el cableado, desgaste en las válvulas, malfuncionamiento de equipo como el compresor, los sensores, etc. (ver Ilustración 1). Es posible constatar a simple vista que al instante de usar o tomar prácticas de neumática o electro-neumáticas se tienen diferentes problemáticas al no permitir llevar a cabo las actividades de aprendizaje de forma satisfactoria, aunque cabe aclarar también que esta problemática no solamente radica en la falta de mantenimiento o el desgaste natural por el paso del tiempo, sino que también se debe en gran medida a la falta de compromiso por parte de la comunidad estudiantil con el cuidado del mismo equipo, permitiendo así su deterioro acelerado.



Fig. 2 Tablero neumático del laboratorio de automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 3 Tablero electroneumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

El tablero neumático y electroneumático es un paquete de entrenamiento autónomo muy versátil para los profesores y estudiantes en neumática avanzada. Está diseñado a prueba de fallas de operación y facilidad de aprendizaje. Se pueden construir varios circuitos neumáticos básicos/avanzados fácilmente al diseño especial del docente. Para la neumática industrial de uso común se proporcionan componentes y componentes electroneumáticos sinusoidales para preparar varios circuitos neumáticos. Se pueden realizar muchos experimentos detallados.

III. JUSTIFICACIÓN

Dentro de la formación académica del programa de Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial es de vital importancia el uso y la disponibilidad de materiales didácticos ya que a través de ellos se aclararan dudas que suelen presentarse al momento de realizar las actividades y donde se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos dentro de los contenidos de los cursos, y así lograr con éxito el desempeño con eficacia dentro de un mundo laboral de alta competencia de toda la comunidad estudiantil.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Restauración y puesta en funcionamiento de los tableros didácticos de neumática y electroneumática pertenecientes a la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, ubicados en el laboratorio de Automatización para que operen

como material de aprendizaje y prácticas dentro del desarrollo de la formación académica.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Instalar el compresor para el suministro de aire con el cual se alimentará el sistema neumático de los tableros.
2. Identificar los problemas que se presentan en los diferentes componentes de los tableros didácticos de neumática y electroneumática.
3. Verificar el estado de todas las mangueras del sistema neumático y electroneumático de los tableros didácticos reemplazando las que lo requieran.
4. Cambiar las conexiones neumáticas defectuosas por conexiones nuevas.
5. Revisar los cilindros (actuadores) neumáticos para identificar su estado de funcionamiento, en caso de avería reemplazarlos por cilindros nuevos o repararlos.
6. Programar el PLC de acuerdo a los existentes en el tablero de electroneumática.

V. ALCANCE

El proyecto irá hasta la entrega en funcionamiento de los tableros neumático y electroneumático del laboratorio de Automatización y realizar 2 guías para realizar las prácticas de laboratorio, los equipos estarán a disposición de toda la comunidad estudiantil, tanto para docentes como herramienta de enseñanza y formación académica de los estudiantes como a la comunidad administrativa para tener el conocimientos de los equipos con los cuales cuenta o dispone la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio. Las guías de laboratorio incluirán un paso a paso de cómo cuidar los equipos y verificar su correcto funcionamiento antes de realizar las prácticas.

VI. MARCO TEÓRICO

Neumática

Según Castelló (2018) la neumática es una tecnología que utiliza aire comprimido para generar movimiento y energía en los sistemas industriales. Al respecto Salvador (1998), explica que los elementos básicos como las válvulas, los cilindros y las mangueras, son componentes esenciales que permiten el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos. Las válvulas son utilizadas para controlar la dirección, el caudal y la presión del aire comprimido en el sistema. Los cilindros, por su parte, convierten la energía del aire comprimido en movimiento lineal, lo que permite realizar trabajos mecánicos en el sistema. Y las mangueras, son conductos flexibles que permiten transportar el aire comprimido entre los diferentes elementos del sistema.

La correcta selección, instalación y mantenimiento de estos elementos neumáticos básicos es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema, así como para la eficiencia y seguridad en su operación. Una incorrecta selección de componentes puede resultar en pérdidas de energía, fallos en el sistema, así como en situaciones de riesgo para las personas que operan o trabajan en su entorno. (Salvador 1998; Teja 1996).

Electroneumática

El uso de sistemas electroneumáticos ha sido muy beneficioso para los procesos industriales, ya que mejora el rendimiento de las herramientas y maquinarias y moderniza la automatización en general. En la Electroneumática, los actuadores siguen siendo neumáticos, como en la neumática básica, pero se sustituyen las válvulas de gobierno controladas neumáticamente por electroválvulas que son activadas por electroimanes en lugar de aire comprimido. Estas electroválvulas convierten una señal eléctrica en una acción neumática. Por otro lado, los sensores, finales de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, por lo que la regulación y la automatización son eléctricas o electrónicas. En cuanto a las ventajas de la neumática, se destaca la facilidad de captación del aire, su limpieza como fuente de energía, la ausencia de riesgos de explosión debido a chispas, la alta velocidad de trabajo de los elementos neumáticos y la seguridad en caso de sobrecargas (Polo, 2023)

En relación a los mandos neumáticos, los cuales están formados por elementos de señalización, elementos de mando y un aporte de trabajo. Estos elementos modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo, y se conocen como válvulas. Para controlar y dirigir el fluido de forma preestablecida, se requieren aparatos que realicen las funciones deseadas de control y dirección del aire comprimido. En el pasado, los elementos rediseñados se manejaban manual o mecánicamente, y en casos en que se requería el control remoto, se usaban elementos de comando por símbolo neumático. En la actualidad, se utilizan procedimientos servo-neumáticos, electro-neumáticos y automáticos que realizan todo el tratamiento de la información y la amplificación de señales para el control de estos elementos (Polo, 2023).

Por otra parte, en torno a los componentes básicos que conforman un circuito neumático. Estos componentes incluyen un compresor que comprime el aire de la atmósfera para alcanzar la presión de funcionamiento de la instalación, un acumulador que almacena el aire comprimido, dispositivos de mantenimiento que acondicionan el aire comprimido para proteger el circuito y permitir un funcionamiento duradero, tuberías y conductos que canalizan el aire comprimido, elementos de mando y control como válvulas que controlan el funcionamiento del circuito, y actuadores como cilindros y motores neumáticos que convierten la presión del aire en trabajo útil (Polo, 2023).

Controlador lógico programable

Un controlador programable es un dispositivo electrónico que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones que controlan una amplia variedad de tipos de máquinas. Según la definición de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA), un PLC es un dispositivo electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para almacenar instrucciones para realizar funciones específicas, como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar varios tipos de máquinas o procesos (Tantignone et al., 2021)

Los PLC son una "caja negra" para el usuario, con terminales de entrada conectados a elementos captadores o sensores, como pulsadores,

fotocélulas, detectores, etc., y salidas conectadas a contactores, electroválvulas, lámparas y otros elementos de salida para señalización, control y alarma. Los microprocesadores les otorgan flexibilidad y capacidad para realizar operaciones aritméticas, manejar datos, comunicarse entre equipos y facilitar el desarrollo de nuevos programas. Los PLC tienen características especiales en comparación con los sistemas de control basados en relés, como la capacidad de analizar y diagnosticar fallas y la facilidad para modificar programas (Tantignone et al., 2021).

El lenguaje "ladder" (escalera) es una forma de programación de PLC que se hereda de los sistemas de control basados en relés. Debido a las variadas características técnicas que pueden ofrecer los distintos elementos de las familias comerciales de los PLC, su campo de aplicación es muy extenso, y se utilizan principalmente en instalaciones en las que es necesario realizar procesos de maniobra, control y señalización. Los PLC son eficientes debido a sus reducidas dimensiones, facilidad de montaje y rápida utilización, y pueden ser manejados por personal técnico sin conocimientos de informática (Tantignone et al., 2021).

Educación en automatización

La restauración de los tableros didácticos de neumática y electroneumática tiene como objetivo principal su uso como material de aprendizaje y práctica para los estudiantes en el laboratorio de automatización. Para ello, se pueden emplear diversas metodologías y estrategias pedagógicas que permitan aprovechar al máximo el potencial educativo de estos equipos.

Según Segura y Pérez (2017), la enseñanza de la automatización debe ir más allá de la mera transmisión de conocimientos técnicos y tecnológicos, ya que implica el desarrollo de habilidades y competencias que permiten a los estudiantes enfrentar los retos de la industria y la sociedad actual. Por su parte, Cabrera y Barreto (2016) destacan la importancia de la educación en automatización para la formación de profesionales capaces de diseñar, programar y operar sistemas automatizados, lo que resulta crucial para el desarrollo de la industria y la economía de un país.

En este sentido, el uso de los tableros didácticos de neumática y electroneumática puede ser una herramienta valiosa para la enseñanza de la

automatización y el desarrollo de las competencias necesarias en los estudiantes. Según Flores y Mora (2014), el uso de tableros didácticos en la enseñanza de la neumática y la electroneumática puede ser una forma efectiva de promover el aprendizaje activo, en el cual los estudiantes pueden experimentar y explorar los principios y conceptos teóricos de estas áreas mediante la manipulación directa de los elementos y componentes del sistema.

VII. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La reparación de los tableros de pruebas neumático y electroneumático implica que los equipos existentes presentan algún tipo de falla o daño que requiere ser diagnosticado y corregido para su correcto funcionamiento. La implementación de control automático del tablero electroneumático mediante PLC, por otro lado, implica la incorporación de tecnología de automatización para mejorar la eficiencia y precisión de las pruebas y mediciones realizadas en el tablero.

El uso de PLC (Controlador Lógico Programable) permitirá el control automático de las diferentes variables y dispositivos del tablero electroneumático, lo que asegurará una mayor precisión y rapidez en las pruebas y mediciones. Además, el PLC puede integrarse con otros sistemas y software de automatización para mejorar aún más la eficiencia del proceso de pruebas.

Este proyecto puede requerir de habilidades técnicas y conocimientos específicos en neumática, electrónica y programación de PLC. Es importante contar con un equipo de expertos que puedan llevar a cabo una adecuada planificación, diseño e implementación del control automático del tablero electroneumático mediante PLC.

En cuanto al beneficio que se espera obtener, al mejorar la eficiencia y precisión en las pruebas y mediciones, se podrán obtener diagnósticos más precisos y rápidos de los equipos que se están probando. Esto puede reducir los tiempos de mantenimiento, minimizar los tiempos de inactividad y mejorar la disponibilidad de los equipos, lo que se traduce en una mayor productividad y rentabilidad para la empresa.

VIII. METODOLOGÍA

El equipo cuenta con un compresor ver Ilustración 2 (a) que no tiene capacidad suficiente para alimentar los tableros neumáticos a restaurar. Por esta razón se procede a realizar cambio e instalación del compresor por uno de mayor capacidad Ilustración 2 (b) para el correcto funcionamiento del sistema Neumático. El compresor se trasladará desde el laboratorio de Máquinas y Herramientas al laboratorio de Automatización, se utilizarán herramientas manuales para su instalación, el equipo se moverá de forma manual por dos personas y no se requiere de equipos especiales para izaje o movimiento de cargas ya que este cuenta con sistema de ruedas para fácil desplazamiento.

Ilustración 2



(a) compresor existente



(b) compresor a sustituir

Dentro de la metodología se hará un inventario del equipo que conforma a los tableros didácticos. Posteriormente se hará una evaluación exhaustiva del estado físico y funcional del equipo, esto incluye los elementos del tablero, instrumentación,

tubería, cableado y programación de PLC. Para finalmente llevar a cabo las tareas de restauración y puesta en marcha de los tableros didácticos. Donde cada elemento cumple con una función específica, manteniendo la lógica del proceso y ordenando el próximo paso. Esta funcionalidad debe cumplir con los siguientes pasos de la lógica establecida del proceso:

- 1 Una distribución lógica de los componentes a partir de un esquema de conexionado.
- 2 La verificación de la corriente y tensión nominal de los elementos electrónicos y eléctricos.
- 3 Configuración y puesta en funcionamiento del equipo.
- 4 Verificar entonces los elementos al realizar el mantenimiento. [14]
- 5 Verificar fugas del sistema de manera manual con ayuda de agua jabón para ver si hay escape de aire, revisar el estado de los acoples rápidos neumáticos y el estado de las mangueras que no estén rotas o cristalizadas. Aquí pueden revisar información de mantenimiento y detección de fugas <https://bit.ly/3foivPj>
- 6 Medir la longitud adecuada de las mangueras de reemplazo para evitar tensiones en los acoples rápidos neumáticos y sus posibles desgastes o daños tempranos.
- 7 Regular la salida de aire del compresor para que genere el suministro necesario al sistema, se realizara por medio de ajuste manual de la válvula principal de alimentación dejando el paso adecuado para su funcionamiento.
- 8 Realizar limpieza de las válvulas electroneumáticas y de los actuadores antes de su funcionamiento.
- 9 Cambiar las piezas defectuosas de los tableros (Acoples rápidos, actuadores y electroválvulas de ser necesario).
- 10 Desarrollar pruebas de funcionamiento para verificar el correcto estado de las

conexiones para evitar fugas validando en las mangueras o los acoples.

- 11 Se efectuará la programación del PLC del Tablero Electroneumático utilizando el TIA PORTAL (este programa es de uso libre).

IX. UBICACIÓN DENTRO DE LAS LINEAS DE TRABAJO DEL PROGRAMA

El trabajo se proyecta para las líneas de investigación de automatización y control industrial.

X. USUARIOS DIRECTOS, FORMAS DE UTILIZACION DE LOS RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO

Este proyecto está dirigido a toda la comunidad estudiantil del programa de tecnología en mantenimiento electromecánico industrial de la universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, como herramientas de aprendizaje para la realización de prácticas de desarrollo académico de los estudiantes y material de apoyo para los docentes vinculados al programa académico.

La forma de utilización por parte de los estudiantes será a través de prácticas de laboratorio basándose en los conocimientos teóricos adquiridos en clases bajo el control y supervisión de los docentes.

XI. RESULTADOS.

- A. Entrega de dos (2) guías de prácticas de laboratorio, e instrucciones dentro de ellas para el uso de los tableros.
- B. Restauración completa y total de cada uno de los tableros, el primero de carácter netamente neumático y el segundo electroneumático.
- C. Se realiza el cambio de compresor existente de baja capacidad por uno de

mayor capacidad para la realización de las prácticas de laboratorio.



a. compresor existente



b. compresor a sustituir

- D. Se presentará un informe final del proyecto donde se indica el procedimiento de mantenimiento realizado en los sistemas de los tableros neumático y electroneumático ubicados en el laboratorio de Automatización de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio.

XII. CONCLUSIONES.

Podemos concluir que el abandono y deterioro sufrido por los tableros de neumática y electroneumática que pertenecen al laboratorio de automatización de la Universidad Antonio Nariño, debido al abandono y falta de uso, en consecuencia a la crisis de la pandemia Covid-19 que nos afligió durante los últimos años, dejándonos la satisfacción de haber realizado la restauración y reparación de los dos tableros de neumática y electroneumática que son de suma importancia para el aprendizaje de los estudiantes de la facultad

de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica de la universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, puesto que es importante realizar una buena práctica para mejorar la comprensión de los equipos de neumática.

Los tableros didácticos, serán de gran importancia en las prácticas de laboratorio de los estudiantes que cursan la Tecnología en mantenimiento electromecánico industrial en la Universidad Antonio Nariño, para la aplicación de los principios teóricos de asignaturas relacionadas con el área de automatización.

Los tableros didácticos cuentan con los necesarios componentes indispensables para la construcción de circuitos electroneumáticos y neumáticos, los cuales son de gran importancia en la construcción de sistemas de automatización, como los usados actualmente en la industria.

El tablero de electroneumática que cuenta con un PLC, se le realizara la programación a este con el fin de poder realizar distintos tipos de circuitos.

Los tableros didácticos que se utilizan tienen componentes básicos y de fácil disponibilidad comercial. Esto facilita la actualización y mantenimiento de los equipos.

Es de suma importancia el constante monitoreo de los componentes utilizados en los tableros de neumática y electroneumáticos, en cuanto al desgaste que pueden sufrir, algunos componentes con los que cuentan los tableros, con la finalidad de mantener dichos componentes en condiciones óptimas para las exigencias de las prácticas de los estudiantes.

XIII. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Realizar seguimiento al finalizar el semestre, de los diferentes componentes de los tableros y de los conductos neumáticos.
2. Se debe verificar minuciosamente que los diferentes conductos de aire comprimido no presenten fugas.
3. Si presenta fallas se debe realizar mantenimiento correctivo para el buen uso de los tableros.

XIV. INFORME FINAL.

De acuerdo a el estado en que se encontraron los dos tableros de neumática y electroneumática que pertenecen a la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, y que estos se encuentran ubicados en el laboratorio de Automatización, se realizó la revisión de los tableros con el fin de seleccionar y descartar los componentes en buen estado de los no operativos o defectuosos, después de haber realizado la revisión y selección se procedes al desarme de los tableros a excepción de la conexión completa de la parte eléctrica del tablero electroneumático ya que esta estaba en perfectas condiciones después de realizar las anteriores labores procedemos con el armado y cambio de los componentes defectuosos por materiales nuevos .

A continuación, se describen algunos de los trabajos realizados en la reparación de los tableros.

1. Verificación de todos los componentes de los tableros para seleccionar y separar los que se encuentran en buen estado de los defectuosos.
2. Se instalaron ocho (8) válvulas.
3. Se instalaron cuatro (4) pistones.
4. Se realiza mantenimiento a veinticuatro (24) acoples neumáticos rápidos.
5. Se instalaron ocho (8) válvulas al tablero electroneumático.
6. Se instalo un (1) interruptor
7. Se instalo una (1) parada de emergencia en la unidad de mantenimiento.
8. Se instalaron cuatro (4) pistones y seis (6) finales de carrera.
9. Se tomaron las medidas de las mangueras Tubing y se procede al corte de las mismas para su instalación final.

Se anexan algunas fotos tomadas del proceso.

ANTES DE LA RESTAURACIÓN



Fig. 4 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 5 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 6 Tablero electroneumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

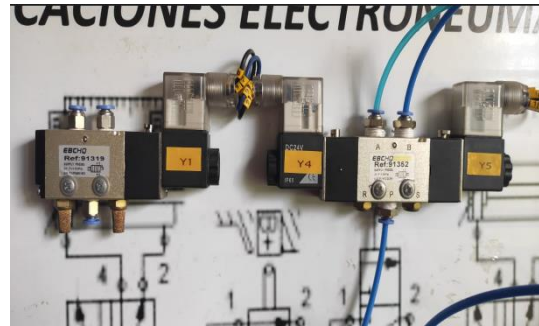


Fig. 7 Tablero electroneumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 8 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 9 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

FOTOS TOMADAS DURANTE LA RESTAURACIÓN.

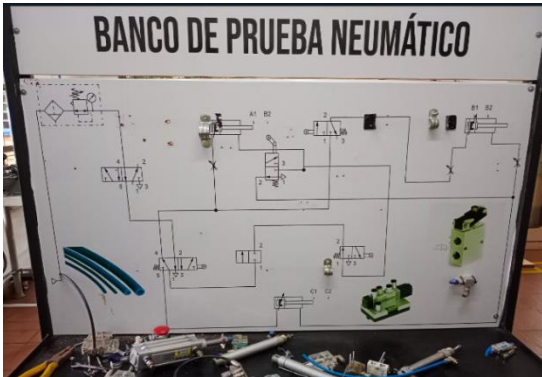


Fig. 10 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

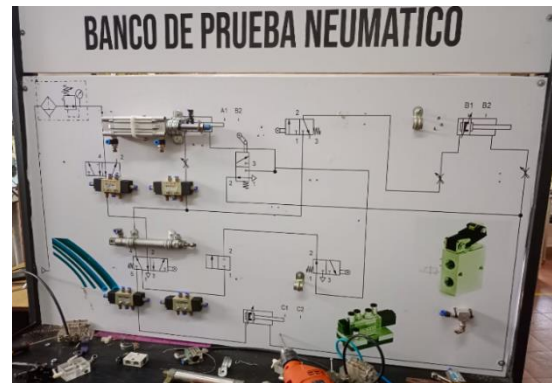


Fig. 13 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 11 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

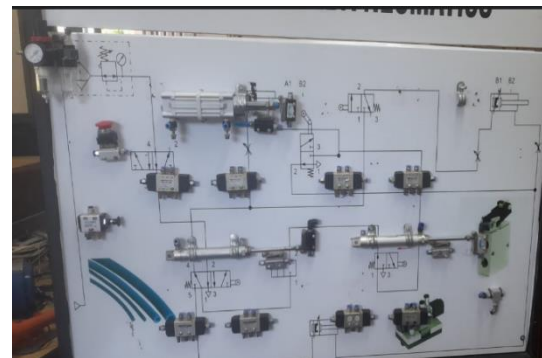


Fig. 14 Tablero neumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

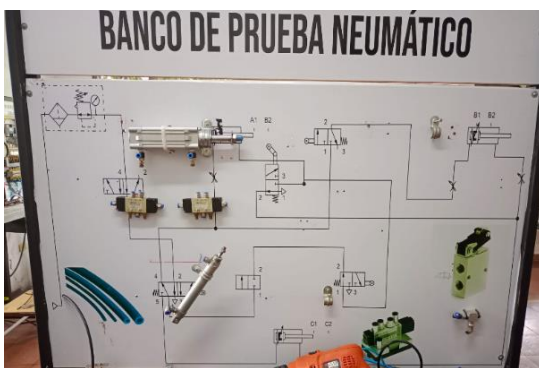


Fig. 12 Tablero neumático del laboratorio de de Automatización (foto tomada por el autor)



Fig. 15 Tablero electropneumático del laboratorio de Automatización (foto tomada por el autor)

A continuación, se presenta una serie de referencias, donde se incluyen los trabajos y artículos más relevantes.

XV. BIBLIOGRAFIAS

- [1] A. M. Mappalotteng, H. Nur y F. Kanan, «The Development of Programmable Logic Controller Tutorial in The Form of Industrial-Based Learning Material in Vocational High Schools,» *Research Inventy: International Journal Of Engineering And Science*. 5(5), pp. 49-58, 2015.
- [2] EdisonTechCenter, «The History of Automatic Control Engineering,» 2013.
- [3] L. Nocks, *The Robot: The Life Story of a Technology*, Johns Hopkins University Press, 2008.
- [4] «sinadrides,» junio 2021. [En línea]. Available: <https://sinadrides.com/es/control-de-maquinaria-control-en-lazo-abierto-cerrado/#:~:text=El%20control%20en%20lazo%20abierto,los%20resultados%20de%20mediciones%20previas..>
- [5] G. F. Franklin, J. D. Powell y A. Emami-Naeini, *Feedback Control of Dynamic Systems*, 4th Ed., Prentice-Hall, 2022.
- [6] « Primeros ejemplos históricos de sistemas de control.-,» [En línea]. Available: http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/primeros_ejemplos_historicos_de_.htm#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%201745%2C%20E,Self%2Dregulating%20Wind%20Machine%22..
- [7] wikimedia. [En línea]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Centrifugal_governor.png.
- [8] R. Moreno, de *evolucion historica de la ingenieria de control* , 1999.
- [9] wikimedia. [En línea]. Available: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/PaperTapes-5and8Hole.jpg>.
- [10] S. Bennett, «Control and the digital computer: the early years,» *Measurement and Control*, 37(10), pp. 307-311, 2004.
- [11] wikipedia. [En línea]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Dick_Morley.
- [12] V. Parra, «Los orígenes del PLC,» 13 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.mytips.es/los-origenes-del-plc/#:~:text=El%20MODICON%20084%20fue%20el,llam%C3%B3%20como%20no%2C%20MODICON..>
- [13] M. Sanchez, «Historia de la computacion e informatica,» [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/historia-de-la-computacion-y-la-informatica/>.
- [14] C. VARGAS, «IMPLEMENTACION DE BANCOS DE TRABAJO ELETRONEUMATICO,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1444/Implementaci%F3n%20de%20Bancos%20de%20Trabajo%20Electroneumatico....pdf;jsessionid=EA1328C53F63EFC577A91CD69127B119?sequence=2>. [Último acceso: 16 octubre 2022].
- [15] «Los orígenes del PLC,» 13 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.mytips.es/los-origenes-del->

