

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

VIDA NUEVA



CARRERA:

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

**AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA
CLASIFICACIÓN DE MATERIALES EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

PRESENTADO POR:

CHUQUI PALANGO KEVIN JOEL

TUTOR:

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MSc.

FECHA:

MAYO 2022

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “**Automatización de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción**”, presentado por el ciudadano **Chuqui Palango Kevin Joel**, para optar por el título de Tecnólogo Superior en **Electromecánica**, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022.

Tutor: Ing. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo MSc.

C.I.: 060403063-5

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: **“Automatización de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción”** presentado por el ciudadano: **Chuqui Palango Kevin Joel** facultado en la Carrera Tecnología Superior en **Electromecánica**.

Para constancia firman:

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, **Chuqui Palango Kevin Joel** portador de la cédula de ciudadanía **050459079-5**, facultado de la carrera Tecnología Superior En **Electromecánica**, autor de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “**Automatización de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción**”, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022.

Chuqui Palango Kevin Joel

C.I.: 050459079-5

Dedicatoria

Con mucho cariño a mis padres, a mi hermana, familiares, y amigos que fueron un gran apoyo emocional, al brindarme todos sus consejos y palabras de aliento para no decaer todo este tiempo y así lograr con mi objetivo, espero que todo mi esfuerzo expuesto en este trabajo ratifique de algún modo toda la confianza que depositaron en mí.

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme la vida y permitir culminar mi proyecto sin problema, dándome la inteligencia y sabiduría. A mis padres quienes son los principales promotores de mis sueños, los cuales confiaron en mí y me brindaron todo su apoyo desde el inicio de mi carrera hasta el día de hoy. A mis amigos que estuvieron presentes en todo el desarrollo del trabajo. Y agradecer a mi tutora de tesis, quien nos ha brindado todo su tiempo, conocimientos, experiencia profesional y sobre todo paciencia para que nuestro trabajo de titulación se realice de la mejor manera.

Índice de contenidos

Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción	15
Antecedentes.....	17
Justificación	19
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
MARCO TEÓRICO.....	21
Sistema automático	21
Uso de la automatización	22
Beneficios de la automatización	23
Desafíos de la automatización	24
Componentes de un sistema de automatización.....	25
Sistemas neumáticos	26
Componentes de un sistema neumático	27
Sistemas electroneumáticos	28
Componentes del sistema electroneumático	30
Interruptores de retención	32

Interruptor de límite	32
Relés.....	33
Electroválvulas.....	34
Funcionamiento de un sistema electroneumático	36
Pantalla HMI.....	37
Relé programable (PLC).....	38
Kit Arduino uno	39
Sensores capacitivo 3 hilos + relé.....	39
Variador de frecuencia.....	40
Fuente 24VDC-10A	41
Breakers de 220V/110V.....	42
Electroválvulas 5/2 de 24V CC.....	42
Contactador.....	43
Relé térmico	44
Motor trifásico de 220V	45
Clasificación de materiales en un sistema de producción.....	46
METODOLOGÍA DESARROLLO DEL PROYECTO.....	47
Metodología	47
Diseño	48
Implementación.....	49

Construcción del sistema electroneumático.....	50
Resultados obtenidos	57
Visualización.....	58
PROPUESTA Y RESULTADOS	61
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	69
Referencias Bibliográficas	71
Anexos	76

Índice de figuras

Figura N° 1. Contacto normalmente abierto	31
Figura N° 2. Contactor normalmente cerrado	31
Figura N° 3. Contacto de conmutación	32
Figura N° 4. Interruptor	33
Figura N° 5. Relé	34
Figura N° 6. Operación de solenoide apagado	37
Figura N° 7. Operación de solenoide encendida	37
Figura N° 8. Pantalla HMI	38
Figura N° 9. Relé programable (PLC)	39
Figura N° 10. Kit Arduino uno	39
Figura N° 11. Sensores capacitivo 3 hilos + relé	40
Figura N° 12. Variador de frecuencia	41
Figura N° 13. Fuente 24VDC-10A	42
Figura N° 14. Breakers de 220V/110V	42
Figura N° 15. Electroválvulas 5/2 de 24V CC	43
Figura N° 16. Contactor	44
Figura N° 17. Relé térmico	45
Figura N° 18. Motor trifásico de 220V	45
Figura N° 19. Diseño del circuito para la automatización del sistema electroneumático	49
Figura N° 20. Construcción de la estructura metálica	51
Figura N° 21. Fijación de la cinta transportadora	51
Figura N° 22. Instalación y conexión y configuración de un variador de frecuencia	52

Figura N° 23. Ubicación y colocación de las electroválvulas.....	53
Figura N° 24. Perforación y colocación de la alimentación de aire para las electroválvulas	53
Figura N° 25. Colocación y ensamblaje de los elementos de control.....	54
Figura N° 26. Colocación y ubicación de los distintos pistones neumáticos.....	55
Figura N° 27. Trabajo de corte para la ubicación de la pantalla HMI	55
Figura N° 28. Colocación de manguera neumática.....	56
Figura N° 29. Medición y comprobación de voltajes del variador de frecuencia.....	57
Figura N° 30. Código Arduino.....	58
Figura N° 31. Visualización interfaz menú.....	59
Figura N° 32. Visualización control manual.....	59
Figura N° 33. Visualización interfaz contador.....	60
Figura N° 34. Alimentación del motor trifásico con ayuda del variador de frecuencia	61
Figura N° 35. Diagrama para las pruebas de funcionamiento	62
Figura N° 36. Representación gráfica del sistema de dosificación.....	63
Figura N° 37. Representación gráfica de la ubicación de los sensores.....	64
Figura N° 38. Representación gráfica del panel eléctrico.....	65
Figura N° 39. Instalación de manguera neumática de 6mm	76
Figura N° 40. Alimentación de los solenoides de las electroválvulas	76
Figura N° 41. Colocación de los elementos eléctricos y electrónicos en el tablero	77
Figura N° 42. Ubicación de las electroválvulas.....	77
Figura N° 43. Calibración de las válvulas estranguladoras, para la salida y entrada de los pistones	78
Figura N° 44. Ubicación de la dosificadora.....	78

Figura N° 45. Alimentación del motor trifásico para la banda transportadora	79
Figura N° 46. Ubicación de los pistones y su alimentación, para las electroválvulas	79
Figura N° 47. Peinado de cables y manguera neumática.....	80
Figura N° 48. Medición de voltajes de entrada y salida para el motor	80
Figura N° 49. Desarrollo de la programación para los pistones y la banda transportadora.....	81
Figura N° 50. Desarrollo del circuito electrónico	81
Figura N° 51. Circuito electrónico en proteus	82
Figura N° 52. Plano eléctrico en autocad.....	82
Figura N° 53. Plano neumático en fluidsims.....	83
Figura N° 54. Máquina terminada.....	83

Índice de tabla

Tabla N° 1. Especificación de cálculos	66
---	----

Resumen

El presente estudio es de carácter investigativo, bajo una metodología aplicada, que persigue el diseño de un sistema automatizado utilizando equipos electroneumáticos para la clasificación de materiales dentro de una línea de producción. Para ello, se ha realizado una indagación descriptiva, que permite investigar el funcionamiento de los diversos elementos neumáticos y electroneumáticos, aplicados en la industria de automatización. Los resultados han mostrado que los componentes neumáticos son parte del sistema, entre los que se incluyen la unidad de accionamiento neumático, la unidad de control neumático, la unidad de filtro neumático y otras piezas conectadas. Un sistema neumático es una rama de la ingeniería que utiliza gas o aire comprimido que contribuye al funcionamiento de los diversos elementos neumáticos y electroneumáticos, aplicados en la industria de automatización para la clasificación de elementos envasados. Para el funcionamiento los componentes se necesita de los elementos electroneumáticos, breakers, funde de 24v CC, relé programable, contactor y relé térmico, a los cuales se aplicaron normas de construcción a fin de diseñar del diagrama de control y mando utilizando la plataforma de creación de electrónica de código abierto Arduino por colores presente en la interfaz del menú del contador con código 9999 de color rojo, azul y verde para cada envase a ser clasificados en el sistema de producción.

PALABRAS CLAVE

Automatización, Sistema electroneumático, Clasificación de materiales, Arduino

Abstract

The present study is of an investigative nature, under an applied methodology, which pursues the design of an automated system using electro-pneumatic equipment for the classification of materials within a production line. To this end, a descriptive inquiry, that it allows to investigate the operation of the various pneumatic and electro-pneumatic elements, applied in the automation industry. The results have shown that the pneumatic components are part of the system, including the pneumatic drive unit, the pneumatic control unit, the pneumatic filter unit and other connected parts. A pneumatic system is a branch of engineering that uses gas or compressed air that contributes to the operation of the various pneumatic and electro-pneumatic elements, applied in the automation industry for the classification of packaged elements. For operation the components are needed from electro-pneumatic elements, breakers, 24v DC melt, programmable relay, contactor and thermal relay, to which construction standards were applied in order to design the control and command diagram using the Arduino open source electronics creation platform by colors present in the counter menu interface with code 9999 in red, blue and green for each package to be classified in the production system.

KEYWORDS

Automation, Electro-pneumatic system, Material classification, Arduino

Introducción

En el Ecuador, en los últimos años, dentro del ámbito laboral se han estado realizando proyectos de nuevas tecnologías para los procesos industriales, en los cuales se ha utilizado los sistemas de aire comprimido actualmente en uso para mejorar la producción.

El estudio representa la implementación de la automatización de un sistema electroneumática para la clasificación de materiales el cual será aplicado para el sistema de producción, el cual podrá ser útil dentro de la línea de producción a nivel práctico, permitiendo comprender el funcionamiento de un proceso industrial en el Instituto Tecnológico Superior “Vida Nueva”. Dentro del proyecto se encuentra información del funcionamiento de los diversos elementos neumáticos y electroneumáticos, los cuales son aplicados en la industria de automatización para la clasificación de elementos envasados. El funcionamiento de los componentes que intervienen dentro de un sistema electroneumático automatizado, definiendo las características y sus diferentes usos aplicativos.

Además, el proceso para el diseño del diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicando normas de construcción y diseño, se rige a la construcción de una estructura metálica, instalación, conexión y configuración de un variador de frecuencia, fijación de la cinta transportadora, ubicación y colocación de las electroválvulas, perforación y colocación de la alimentación de aire para los pistones, colocación y ensamblaje de los elementos de control, ubicación e instalación de los distintos pistones neumáticos, trabajo de corte para la ubicación de una pantalla HMI, colocación de manguera neumática de 6mm y cable flexible numero 14 para el funcionamiento de las electroválvulas, por ultimo las mediciones y comprobaciones de voltajes

del variador de frecuencia, motor eléctrico, relé programable, fuente de voltaje y correcto funcionamiento de la pantalla HMI .

Los elementos de control empleados para la construcción sistema automatizado utilizando equipos electroneumáticos son: breakers, funde de 24v CC, relé programable, contactor y relé térmico.

Para ello se ha establecido tres capítulos que se detallan a continuación:

- Corresponde al desarrollo del marco teórico que permitió determinar las características de la automatización y el sistema electroneumático.
- Corresponde a la formulación del metodología y desarrollo del proyecto con el objetivo de cumplir con las descripciones de los elementos, diseño, e implementación de un diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicando normas de construcción y diseño.
- Corresponde a la propuesta y resultados, con base a la construcción e implementación del sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción.

Antecedentes

En la actualidad el ser humano vive en una sociedad altamente competitiva en el desarrollo técnico-tecnológico, denominada la automatización de las industrias, con el uso de las TIC y muchas más evoluciones de la mecanización así lo describe Rodríguez (2021) de la siguiente forma:

La automatización industrial se denomina al reemplazo las operaciones y reemplazo de un operador humano por dispositivos eléctricos, mecánicos, neumáticos, informáticos, entre otros. Estos dispositivos se coordinan y programan mediante instrucciones digitales que son capaces de ser ejecutadas cíclicamente y el sistema resultante es capaz de funcionar sin intervención humana.

Con respecto a las ventajas de los sistemas automatizados, se encuentra el aumento de la productividad, reducción de los costos de mano de obra; así como el aumento de la seguridad laboral y una mejor calidad del producto. Además, se permite la integración entre los equipos utilizados con sistemas de recolección y transmisión de datos, lo que permite mejorar el control de la producción en general. (p.14)

La automatización y la tecnología se encuentran en constante avance a nivel mundial tanto en procesos de innovación lineales, evolutivos y descriptivos, esto obliga a las industrias, empresas y centros de universitarios y tecnológicos a mantenerse en la vanguardia de la implementación y adaptación de tecnologías cada vez más avanzadas y sofisticadas. Dentro del territorio ecuatoriano es notable de la ausencia con este tipo de tecnología e innovación debido a que sus costos son muy elevados lo cual no es una inversión que se realicen en las empresas o industrial manufactureras de la región.

Machado (2009) afirma lo siguiente:

La apertura ha mostrado que, a pesar de existir en el país, un elevado número de industrias en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los Mercados Internacionales, tanto en cantidad como en calidad. La explicación salta a la vista cuando se observa y analiza el parque de máquina y equipo empleados. Este está formado por una amplia gama de tecnologías, la mayoría de ellas con una alta participación manual en sus procesos.

Como resultado, su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos. El pretender reponer el parque industrial por aquel de tecnología de punta, es una tarea casi imposible para la mayoría de las empresas debido a los altos costos que ello representa. Se puede contar con los dedos de las manos las actuales empresas nacionales que podrían hacerlo. Sin embargo, lo anterior no debe ser una razón para permanecer en el actual estado de atraso.

Hoy en día se requiere sistemas automatizados capaces de ser accionados con mayor eficiencia y rapidez, siendo confiables y seguros a la hora de producción y optimización de costos operacionales. Dentro de esta existen una gran cantidad de recursos que se pueden utilizar para poner en funcionamiento los equipos y máquinas, como son los: controladores lógicos programables, los relés programables, las electroválvulas, relés térmicos, microcontroladores y entre otros. Dentro del territorio ecuatoriano encontramos un sin número de industrias y fábricas que no están en condiciones de competir dentro de los Mercados Internacionales, debido a la calidad y producción de sus productos ya que estos son fabricados con equipos y herramientas de la primera generación industrial. Existen soluciones viables ya que con el avance de la tecnología han surgido elementos para la industria con un menor costo y confiables para poder automatizar las máquinas y equipos, y así poder implanten una automatización acorde a sus condiciones.

Justificación

La principal razón para el desarrollo de este proyecto es la innovación dentro de la búsqueda de nuevas tecnologías, la cual ayuda a mejorar la adaptabilidad y desarrollo de nuevas máquinas dentro de la industria. Como resultado, la industria busca mejorar la productividad operativa, lo que lleva a la búsqueda de nuevos dispositivos tecnológicos que mejoren el proceso de fabricación al reducir las paradas no planificadas en las líneas de producción.

Dentro de la búsqueda de nuevos dispositivos de apertura y cierre autónomos encontramos las electroválvulas, la cual es una válvula electromecánica, que nos permite controlar el paso de caudal de un líquido, un gas o incluso el aire comprimido generado por un compresor. Este equipo nos ayuda a optimizar en gran medida los procesos industriales y así permite tener un sistema más autónomo con la mínima intervención de un operario, evitando errores o fallas humanas generadas ya sea por el cansancio, fatiga, distracción, estrés o cualquier otro factor que influya dentro del trabajo, también se puede aumentar la producción sin la necesidad de contratar más personal para dicha línea de producción.

El presente proyecto de titulación tiene por objetivo construir una maquina la cual ayude a los estudiantes de la carrera de tecnología superior en electromecánica a desarrollar más prácticas en los laboratorio, estimulando sus habilidades y logrando comprender con mayor facilidad el funcionamiento de los elementos y equipos utilizados dentro de la industria, en el módulo los estudiantes tendrán la oportunidades de realizar prácticas con los elementos ya antes mencionados, los mismos que se utilizan en las diferentes líneas de producción dentro del área industrial, fortaleciendo sus conocimientos y aportando a la formación académica del estudiante técnico.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado utilizando equipos electroneumáticos para sistema de clasificación de materiales dentro de una línea de producción en el Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, en el periodo académico octubre 2021 - marzo 2022.

Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento de los diversos elementos neumáticos y electroneumáticos, aplicados en la industria de automatización para la clasificación de elementos envasados.
- Analizar el funcionamiento de los componentes que intervienen en un sistema electroneumático automatizado, definiendo las características y sus diferentes usos aplicativos.
- Diseñar del diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicado normas de construcción y diseño.

MARCO TEÓRICO

Sistema automático

Es una explicación amplia, la automatización se define como el uso recursos que no sean humanos como: maquinaria, agua, electricidad y otras fuentes de energía, para reemplazar a los humanos en tareas como: manipular, controlar y monitorear equipos o programas. (Moreno, 2019)

Asimismo, la automatización se refiere a un conjunto de tecnologías que utiliza sistemas y dispositivos de control, como software de computadora y robótica, para permitir la operación automática de procesos industriales y maquinaria sin la necesidad de operadores humanos. La automatización industrial elimina la posibilidad de error humano, reduce costos, ahorra tiempo y logra un mayor rendimiento. (Oppenheimer, 2018)

No obstante, el sistema automatizado es una combinación de software y hardware que está diseñada y programada para funcionar automáticamente sin necesidad de que ningún operador humano proporcione entradas e instrucciones para cada operación. Los sistemas automatizados permiten supervisar sus procesos en tiempo real e identificar los problemas a medida que llegan, lo que permite realizar ajustes rápidos en el camino. Mientras que los sistemas manuales pueden ser difíciles de coordinar, al igual que el viejo cliché de que la mano derecha no sabe lo que hace la izquierda, los sistemas automatizados funcionan por sí solos.

Por otro lado, la automatización de la infraestructura es el proceso de creación de software y sistemas para sustituir los procesos repetitivos y reducir la intervención manual. Acelera la entrega de infraestructura y aplicaciones de infraestructura mediante la automatización de procesos manuales que antes requerían un toque humano. Con la automatización de infraestructura, el software se utiliza para establecer y repetir instrucciones, procesos o políticas que ahorran tiempo y liberan al personal de infraestructura para un trabajo más estratégico. Con el aumento de las

redes virtualizadas y los servicios en la nube que requieren un aprovisionamiento rápido y complejo, la automatización es una estrategia indispensable para ayudar a los equipos de infraestructura a prestar servicios con mayor velocidad, coherencia y seguridad. (Ruedas, 2020)

En efecto, la automatización es una poderosa herramienta que puede escalar un negocio, proporcionar un importante ahorro de costes y permitir que el personal se centre en el trabajo estratégico en lugar de en el administrativo. Se puede automatizar una amplia gama de operaciones del centro de datos y de la nube, lo que da lugar a operaciones más rápidas. Gracias a la automatización, los entornos pueden escalar más rápidamente con menos errores y responden mejor a las necesidades del negocio. Un entorno totalmente automatizado puede reducir el tiempo de entrega de los recursos listos para la producción de semanas a menos de un día.

Uso de la automatización

La automatización es útil para reemplazar las tareas que consumen tiempo y permitir que el personal siga el ritmo de la creciente escala y complejidad de las operaciones de TI y la infraestructura de la nube. En un entorno moderno, la velocidad y la escala de los servicios son demasiado para que incluso un equipo grande y dedicado pueda gestionarlos. La automatización permite a los equipos operar en un entorno en el que no es raro tener que instalar y configurar miles de servidores. (González, 2019)

De acuerdo con Córdoba (2019) las aplicaciones potenciales de la automatización son casi infinitas, pero algunas de las más comunes son:

- Automatización de la nube
- Aprovisionamiento de recursos
- Configuración
- Gestión de la red

- Automatización de la seguridad (como la supervisión y la respuesta)

Es así como, el software de automatización puede realizar una serie de tareas y procesos, desde los más sencillos hasta los más complejos. Cabe mencionar que, la automatización puede utilizarse para crear plantillas y planos de red o de seguridad, así como para configurar aplicaciones y suministrar infraestructura lista para la producción.

De igual forma, las últimas tendencias en automatización incluyen el uso de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático dos tecnologías diferentes pero relacionadas para crear procesos más inteligentes que se ocupen de situaciones más impredecibles. Estas tecnologías aún están en sus primeras fases, pero podrían permitir que los procesos automatizados aprendan y mejoren sobre la marcha. Las propias herramientas de automatización son cada vez más potentes, lo que permite al personal crear flujos de trabajo más rápidamente.

Beneficios de la automatización

La automatización tiene un impacto significativo en la producción, cambiando el modo de operación de las fábricas, lo que ayuda a las empresas a mejorar la productividad, la precisión y la flexibilidad de la producción. Algunos de los beneficios de la automatización son los siguientes:

- Mayor producción: Mediante la combinación de automatización y otras tecnologías, las empresas pueden mantener un funcionamiento normal durante casi 24 horas y aumentar considerablemente la producción. (Pérez, 2020)

Reducción de costos de producción: el uso de la automatización para la producción, aunque se requiere un gasto inicial para integrar el sistema de automatización, puede reducir los costos de mano de obra a largo plazo. (Ponsa, 2019)

Control de calidad del producto: la maquinaria automatizada no producirá fatiga, agotamiento ni se verá afectada por otros factores como los humanos, por lo que la probabilidad de errores en el proceso de producción es relativamente pequeña. (Teja, 2019)

Aumento de la competitividad: la automatización permite ser más competitivos en el mercado. Esto se debe a que, a medida que el proceso de producción está automatizado, se reducen los errores humanos, la calidad del producto se vuelve más consistente y el costo por pieza se reduce debido al aumento de la velocidad de producción. (Canales, 2020)

De hecho, se ha constatado que hay multitud de beneficios cuando se actualiza a la automatización, entre las ventajas que se suelen atribuir a la automatización se encuentran el aumento de las tasas de producción y de la productividad, el uso más eficiente de los materiales, la mejora de la calidad de los productos, la mejora de la seguridad, la reducción de las semanas de trabajo de la mano de obra y la reducción de los plazos de entrega de la fábrica.

Desafíos de la automatización

Para Asencio (2005) por supuesto, la automatización no presenta únicamente ventajas, también enfrenta algunos desafíos como los que se presentan a continuación:

- Desempleo: la tasa de desempleo ha aumentado y este aumento continuará a medida que las organizaciones prefieran automatizar sus negocios.
- Gastos de capital: la automatización requerir un costo de capital bastante alto.
- Alcance: crear una solución de automatización eficaz requiere tiempo y esfuerzo.
- Limitaciones técnicas: la tecnología utilizada en la automatización puede ser avanzada; sin embargo, todavía es limitado. Existen algunos procesos que no se pueden automatizar con facilidad.

- Amenazas de seguridad: los sistemas automatizados son vulnerables a los ataques, debido a que pueden tener una inteligencia limitada y una seguridad no es tan sólida.

Componentes de un sistema de automatización

De acuerdo con Arriola (2020) muchos sistemas automatizados modernos, como los que se utilizan en las fábricas de automóviles, las plantas petroquímicas y los supermercados, son extremadamente complejos y requieren numerosos circuitos de retroalimentación. Cada uno de estos subsistemas consta de cinco componentes básicos:

Los elementos de acción: son las partes de un sistema automatizado encargados de proporcionar energía para lograr la tarea u objetivo deseado. La energía se puede aplicar de varias formas como: calor para cambiar la temperatura de una habitación o electricidad para hacer funcionar motores, que a su vez impulsan transportadores para mover materiales. (García L. , 2018)

Los mecanismos de detección: miden el rendimiento de un sistema automatizado. Las medidas obtenidas permiten determinar si la operación o proceso se desarrolla como se desea. Los sensores a menudo están conectados a indicadores como diales y manómetros. Por ejemplo, un termopar insertado en una tubería mide la temperatura de un líquido que fluye a través de la tubería; la lectura de la temperatura se indica luego en un termómetro. (Acevedo, 2019)

Los elementos de control: utilizan la información proporcionada por los mecanismos de detección para regular los elementos de acción de un sistema. Por ejemplo, un dispositivo de control en un sistema de flujo de fluidos hace que se abra una válvula, lo que permite que un líquido fluya hacia un tanque. En respuesta a las mediciones de un sensor, el control puede cerrar automáticamente la válvula. (Medina L. , 2021)

Los elementos de decisión: son la diferencian entre los sistemas automatizados y los sistemas mecanizados ordinarios. En este último, un operador humano debe monitorear los

medidores de los sensores y decidir si activa o no los elementos de control. En un sistema automatizado, esta toma de decisiones la realiza un comparador, como un termostato, o un programa almacenado en la memoria de una computadora. (Valcarcel, 2020)

Los programas: pueden ser complejos, incluyen información de procesos y comandos. La información del proceso contiene datos que indican cómo deben funcionar los diversos componentes del sistema para lograr el resultado deseado. La información de mando consiste en una serie de instrucciones que indican a los elementos de control del sistema cómo realizar determinadas operaciones específicas. (Izaguirre, 2020)

Sistemas neumáticos

Es menester empezar señalando que, el sistema neumático es un conjunto de componentes interconectados que utiliza gas comprimido como medio de trabajo en equipos automatizados. Este trabajo se produce en forma de movimiento lineal o rotatorio. El aire comprimido o gas presurizado generalmente se filtra y se seca para proteger los cilindros, actuadores, herramientas y vejigas que realizan el trabajo. Algunas aplicaciones requieren un dispositivo de lubricación que agregue una neblina de aceite al sistema presurizado cerrado. (Rubio & Hernández, 2017)

A su vez, los sistemas neumáticos, como los sistemas hidráulicos, utilizan el principio de Pascal. Aplicando este principio, la fuerza se convierte en presión y se transmite, y al mismo tiempo, la fuerza se amplifica. La diferencia con la presión hidráulica es que el volumen de aire cambia significativamente con los cambios de presión. (Hyde, 2017)

En definitiva, la propiedad de que el volumen cambia con la presión se llama compresibilidad. El módulo de volumen es una cantidad física que expresa propiedades compresibles. Comparar el módulo de volumen del petróleo y el aire es unas 10.000 veces diferente, y el aire es mucho más comprimible que el petróleo. (Recalde, 2019)

De forma que, una gran razón por la que se usa la neumática es por su simplicidad. Con poca experiencia, el control de encendido y apagado de máquinas y equipos se puede diseñar y ensamblar rápidamente utilizando componentes neumáticos como válvulas y cilindros. Con la preparación adecuada del aire, los sistemas neumáticos también son confiables y brindan una larga vida útil con poco mantenimiento.

Componentes de un sistema neumático

Asimismo, un sistema neumático consta de los siguientes componentes para funcionar, un compresor es una máquina que convierte el aire ordinario en aire comprimido al comprimirlo a aproximadamente 7 a 10 veces la presión atmosférica. Para darle una idea general, eso es alrededor de 25 a 30 por ciento más de presión que una botella de champán, o 2 a 3 veces la presión en un neumático de automóvil. Esa es una presión bastante baja y nos dice que vamos a necesitar bastante aire comprimido para hacer algo realmente útil con un sistema neumático. (Ochoa, 2021)

Seguido del accionamiento es el "motor", es una herramienta neumática que se mueve y hace un trabajo útil para nosotros. Podría ser un taladro neumático impulsado hacia arriba y hacia abajo por un pistón, una rampa de fábrica que sube y baja objetos, un brazo mecánico que gira objetos, o algo así. Los actuadores generalmente se mueven hacia adelante y hacia atrás en línea recta. (Bazurto, 2016)

También, de las válvulas, si bien algunas máquinas neumáticas pueden tener un compresor, actuador, válvula y tanque, la mayoría son más complejas. Hay muchos tipos de actuadores y válvulas, y en la fábrica se pueden instalar todo tipo de máquinas, desde un circuito complejo hasta un compresor grande. Puede crear circuitos electrónicos complejos a partir de diferentes dispositivos a partir de los mismos componentes básicos, y puede crear circuitos y sistemas neumáticos complejos exactamente de la misma manera. (Seller, 2020)

Para Escobar (2021) en comparación con otros métodos de transmisión y control (como mecánicos , eléctricos, electrónicos, hidráulicos), las ventajas de la tecnología neumática son las siguientes:

- Mayor fiabilidad: Menos piezas móviles sometidas a desgaste en comparación con los sistemas de sistemas de control mecánicos.
- Menor complejidad de instalación: Menos componentes y mangueras, lo que supone un menor esfuerzo de planificación y puesta en marcha, especialmente con sistemas grandes y complejos.
- El sistema de control puede modificarse y adaptarse fácilmente: Es más fácil cambiar el cableado y modificar los programas que cambiar los componentes mecánicos y las redes de mangueras.
- Fácil manejo: Menor complejidad.
- Menos necesidad de lubricación

Sistemas electroneumáticos

Los sistemas electroneumáticos a diferencia de los sistemas neumáticos convencionales integran tecnologías neumáticas y eléctricas en un sistema donde el medio de señal/control es eléctrico y el medio de trabajo es aire comprimido. En esta tecnología híbrida, las válvulas de solenoide se utilizan como interfaces entre la parte de control y la parte de potencia. Una válvula de solenoide convencional actúa como un convertidor que genera salidas neumáticas en respuesta a señales de entrada eléctricas. En los sistemas electroneumáticos se utilizan elementos de control y retroalimentación como pulsadores, relés, sensores y temporizadores para obtener el control deseado. (Mañay, 2019)

Sin embargo, para llevar a cabo una tarea utilizando la neumática, es necesario que haya alguna forma de iniciar, controlar y detener el proceso. Aquí es donde un sistema neumático simple se convierte en electroneumático. Los sistemas electroneumáticos integran las tecnologías neumática y eléctrica en un sistema en el que el medio de señal/control es eléctrico y el medio de trabajo es el aire comprimido. (Costa J. , 2018)

Igualmente, en este tipo de sistemas, se pueden utilizar dispositivos como relés, electroválvulas, interruptores de límite y PLC para interconectar el control eléctrico con la acción neumática. Hay básicamente dos áreas en las que centrarse con la parte eléctrica de un sistema electroneumático: cómo iniciar/detener el proceso y cómo saber lo que está haciendo el sistema.

Por lo que, en muchos sistemas electroneumáticos, el dispositivo que se controla es una válvula de control direccional accionada eléctricamente. Estas válvulas de control suministran presión de aire a dispositivos como cilindros que extenderán o retraerán un vástago cuando se aplique o elimine la presión. Los solenoides incorporados se utilizan para abrir y cerrar estas válvulas y se activan con señales de voltaje de CA o CC. (Velasco, 2022)

En síntesis, el sistema electroneumático según Teja (2019) es la instalación en la que un circuito de potencia neumática se acciona mediante señales de control eléctricas, instalaciones eléctricas para el control a distancia de operaciones industriales, en particular controles electroneumáticos.

En cuanto a los autores anteriormente mencionados, se conoce que si se observa la configuración del transportador que aparece a continuación, hay que fijarse en el desviador que se encuentra entre las dos líneas de transporte. Este desviador se utiliza para devolver las cajas que no se llenan correctamente y se sube y baja neumáticamente cuando las cajas seleccionadas están

en posición. En este ejemplo, hay varias formas de controlar la válvula de aire solenoide responsable de subir y bajar el desviador.

Componentes del sistema electroneumático

El sistema electroneumático se compone normalmente de los siguientes elementos:

Fuente de alimentación de corriente continua

Según Martín (2018) los componentes de la fuente de alimentación tienen las siguientes funciones:

- El transformador reduce la tensión principal (230 a 24 voltios).
- El rectificador convierte la tensión alterna en tensión continua.
- El estabilizador se utiliza para suavizar y mantener constante la tensión en la salida

Los siguientes criterios juegan un papel importante es la selección de la fuente de alimentación:

- La magnitud de la tensión y la corriente que puede suministrar.
- La estabilidad de su tensión o corriente de salida en condiciones variables de carga.
- Si la fuente proporciona energía continua o pulsada.

Interruptores

Para Arbeláez (2017) los interruptores se instalan en un circuito eléctrico para conectar o interrumpir la corriente eléctrica.

En este sentido hay tres e interruptores de pulsador, estos interruptores se activan manualmente y se utilizan para conectar o desconectar la corriente eléctrica en el circuito de control.

Asimismo, Constantico (2020) manifiesta que existen tres tipos de pulsadores:

- a) **Contacto normalmente abierto**

En el caso de un interruptor normalmente abierto, el circuito está abierto si el interruptor está en su posición inicial. Al presionar el pulsador se cierra el circuito y entonces la corriente fluirá hacia la carga. Cuando el émbolo se suelta, el muelle devuelve el interruptor a su posición inicial.

Figura N° 1.

Contacto normalmente abierto



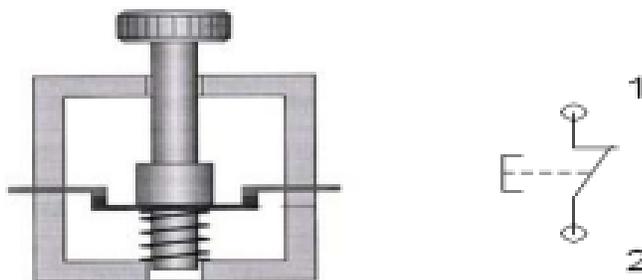
Nota. La figura representa el contacto normalmente abierto. Tomado de Constantico (2020).

b) Contacto normalmente cerrado

En el caso del interruptor normalmente cerrado el circuito está cerrado cuando el interruptor está en su posición inicial. El circuito se interrumpe al presionar el pulsador.

Figura N° 2.

Contacto normalmente cerrado



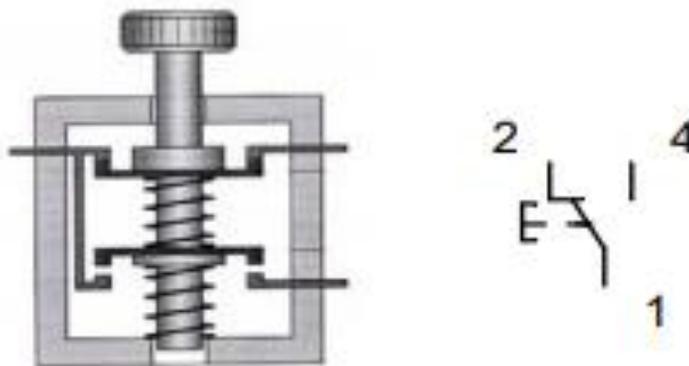
Nota. La figura representa el contacto normalmente cerrado. Tomado de Constantico (2020).

c) Contacto de conmutación

El contacto inversor combina la función del con normalidad abierto y normalmente cerrado. Los contactos conmutados se utilizan para cerrar un circuito y abrir otro circuito en una sola operación de conmutación.

Figura N° 3.

Contacto de conmutación



Nota. La figura representa el contacto de conmutación. Tomado de Constantico (2020).

Interruptores de retención

Estos interruptores mantienen la posición seleccionada; la posición del interruptor permanece hasta que se seleccione una nueva posición del interruptor. Se denomina interruptor de retención o interruptor de enclavamiento. Los interruptores de retención también están diseñados para ser con normalidad abierto, normalmente cerrado o conmutadores. (Balcázar, 2021)

En tal sentido, el circuito de muestreo y retención es un circuito electrónico que crea las muestras de voltaje que se le dan como entrada, y después, mantiene estas muestras durante el tiempo definido. El tiempo durante el cual el circuito de muestreo y retención genera la muestra de la señal de entrada se denomina tiempo de muestreo.

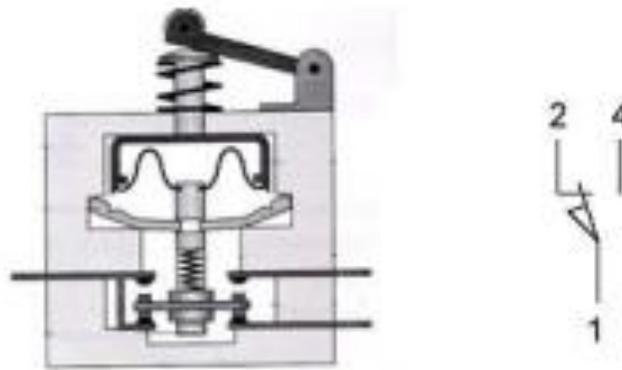
Interruptor de límite

Culqui (2021) afirma que este interruptor se acciona cuando una pieza de la máquina o una pieza de trabajo está en una posición determinada. Normalmente el accionamiento se realiza

mediante una leva o pistón del cilindro. El interruptor de límite puede conectarse según el circuito de control requerido.

- Interruptor normalmente abierto
- Interruptor normalmente cerrado
- Interruptor de conmutación

Figura N° 4.
Interruptor



Nota. La figura representa el interruptor. Tomado de Culqui (2021).

Relés

Un relé se define como un interruptor de accionamiento electromagnético. Cuando la tensión se aplica a uno de los terminales de la bobina del solenoide, se convertirá en un electroimán que a su vez atrae los contactos del relé, cerrándolos o abriéndolos (Vadillo, 2018). Además, para Blázquez (2017) el muelle devuelve los contactos a la posición inicial inmediatamente después de desconectar la tensión en los bornes de la bobina.

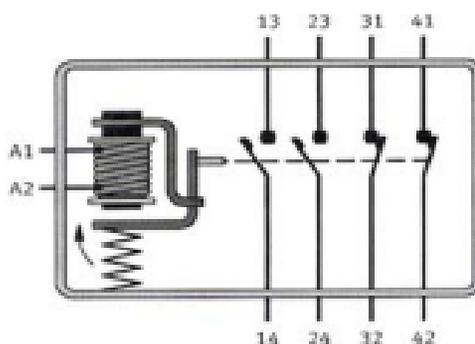
Para Peralvo (2020) algunas ventajas de un relé son:

- Puede utilizarse para conmutar uno o más contactos.
- Para conmutar un circuito de alta corriente con un circuito de baja corriente.

Es así que un relé es un interruptor eléctrico o electromecánico compuesto por un electroimán, una armadura, un muelle y un conjunto de contactos eléctricos. El interruptor electromagnético es accionado por una pequeña corriente eléctrica que enciende o apaga una corriente mayor al liberar o retraer el contacto de la armadura, cortando o completando así el circuito. Los relés son necesarios cuando debe haber un aislamiento eléctrico entre los circuitos controlados y los de control, o cuando hay que controlar varios circuitos con una sola señal.

Figura N° 5.

Relé



Nota. La figura representa un relé. Tomado de Peralvo (2020)

Electroválvulas

Una válvula solenoide, también conocida como válvula operada eléctricamente, es una válvula que usa fuerza electromagnética para operar. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina del solenoide, se genera un campo magnético que hace que se mueva una barra de metal ferroso. Este es el proceso básico que abre la válvula y funciona directa o indirectamente en el aire (Asencio, 2018)

Al respecto, una electroválvula es una válvula de accionamiento electromecánico on/off que consta de un actuador electromagnético aquel solenoide y un cuerpo de válvula. El conjunto solenoide-émbolo es el actuador de la válvula responsable de su apertura y cierre. Este actuador

puede disponerse de manera que la acción del émbolo pueda abrir o cerrar únicamente. No existe una posición intermedia, por lo que el solenoide no puede estrangular el flujo. El cuerpo de la válvula consiste en las partes que contienen la presión en contacto con el fluido del proceso. (Gaviria, 2012)

De ahí que, el solenoide convierte la energía eléctrica en una acción mecánica de tracción/empuje. Consiste en una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo de hierro y un tapón o émbolo ferromagnético. Los componentes varían según el diseño. Cuando una corriente eléctrica pasa por la bobina, se genera un campo magnético. Las líneas del campo magnético pueden imaginarse como una serie de círculos con la dirección de su eje de corriente (Cervino, 2017). En efecto, para Rubio (2021) en el caso de una corriente que fluye a lo largo de una bobina en bucle, los círculos se combinan formando el campo magnético que se muestra a continuación.

Las válvulas solenoides pueden estar con normalidad abiertas o normalmente cerradas:

- Normalmente Abierta (N/O), la válvula permanece abierta cuando el solenoide no está cargado.
- Normalmente Cerrada (N/C), la válvula permanece cerrada cuando el solenoide no está cargado.

Sensores.

Los sensores tienen la tarea de medir la información y transmitirla a la unidad de procesamiento de señales del sistema de control en una forma que pueda ser fácilmente procesada. En los sistemas de control electroneumático, los sensores se utilizan principalmente para los siguientes fines:

- Para detectar la posición final avanzada y retraída del vástago en los accionamientos de los cilindros.

- Para detectar la presencia y posición de la pieza de trabajo.
- Para medir y controlar la presión.

Los siguientes sensores son ampliamente utilizados en la industria:

- Interruptores de fin de carrera
- Interruptores de proximidad
- Interruptores de presión

(Rubio, 2021)

Funcionamiento de un sistema electroneumático

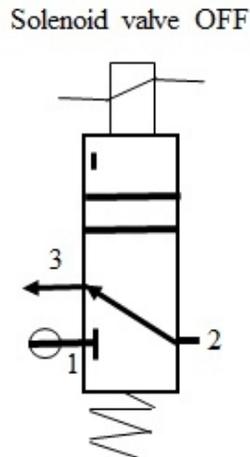
En cuanto a los circuitos neumáticos López (2020) manifiesta que pueden ser controlados por circuitos eléctricos. La interfaz entre estos dos circuitos es una válvula solenoide. Las válvulas solenoides realizan la misma función que las válvulas neumáticas normales, pero funcionan eléctricamente.

En otras palabras, dentro de la válvula solenoide, hay una bobina de alambre a través de la cual pasa una corriente eléctrica. Produce un campo magnético que atrae una armadura de hierro. El movimiento de la armadura opera la válvula.

Operación de solenoide apagado

El autor Constantico (2020) considera que cuando la corriente eléctrica no fluye, un resorte empuja la armadura de hierro fuera de la bobina. Un sello conectado a la armadura bloquea el puerto 1. El aire puede fluir entre los puertos 2 y 3.

Figura N° 6.
Operación de solenoide apagado

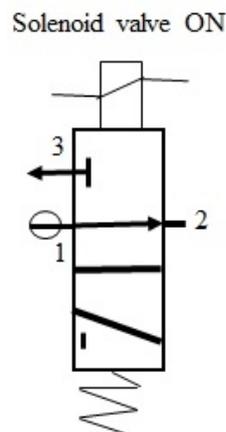


Nota. La figura representa la operación de solenoide apagado. Tomado de Constantico (2020).

Operación de solenoide encendido

De igual forma, cuando fluye corriente, la armadura de hierro es atraída hacia la bobina por un campo magnético. Se supera la presión del resorte y el sello se mueve para bloquear el puerto 3. El aire puede fluir entre los puertos 1 y 2. (Constantino, 2020)

Figura N° 7.
Operación de solenoide encendida

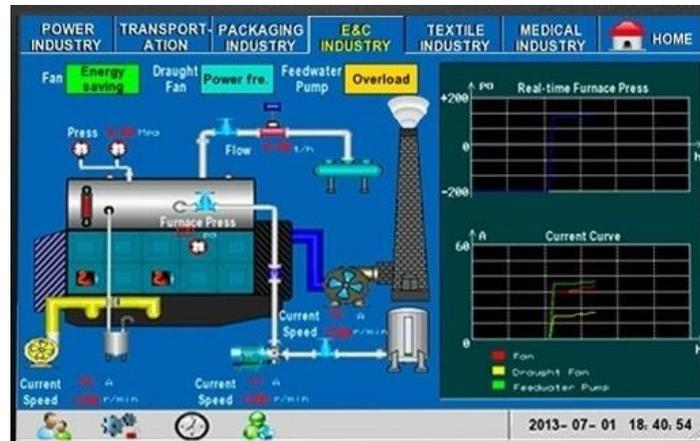


Nota. La figura representa la operación de solenoide encendido. Tomado de Constantico (2020).

Pantalla HMI

HMI es una pantalla que tiene muchas ventajas como, alta capacidad en memoria, una potente función de configuración, la pantalla muestra compatibilidad con varios idiomas. Y múltiples métodos de operación de archivos. Además, de una interfaz hombre-máquina simple que puede realizar fácilmente la función de interacción humano-computadora en varios campos de automatización industrial. (Palomo, 2020)

Figura N° 8.
Pantalla HMI



Nota. La figura representa la pantalla HMI. Tomado de (Palomo, 2020)

Relé programable (PLC)

El PLC es un dispositivo eléctrico que realiza procesos automatizados en la industria. Está elaborado para ejecutar las entradas y salidas E/S de manera rápida y segura. Los PLC presenta características como: mayor consistencia en sus procesos, alta eficiencia en seguridad y protección, flexibilidad de conexión en red, compatibilidad con sistemas de supervisión y monitoreo y acepta programación en diferentes lenguajes. (Martínez, 2019)

Figura N° 9.
Relé programable (PLC)



Nota. La figura representa el relé programable (PLC). Tomado de (Martínez, 2019)

Kit Arduino uno

Arduino es una plataforma informática de hardware, cuyos componentes principales son una placa de entrada-salida y un entorno de desarrollo. Arduino se puede usar para crear objetos interactivos independientes, robots o conectarse a un software que se ejecuta en una computadora. Las placas tienen puertos analógicos y digitales a los que puede conectar casi cualquier dispositivo simple: un botón, un sensor, un motor, una pantalla. (Santos, 2018)

Figura N° 10.
Kit Arduino uno



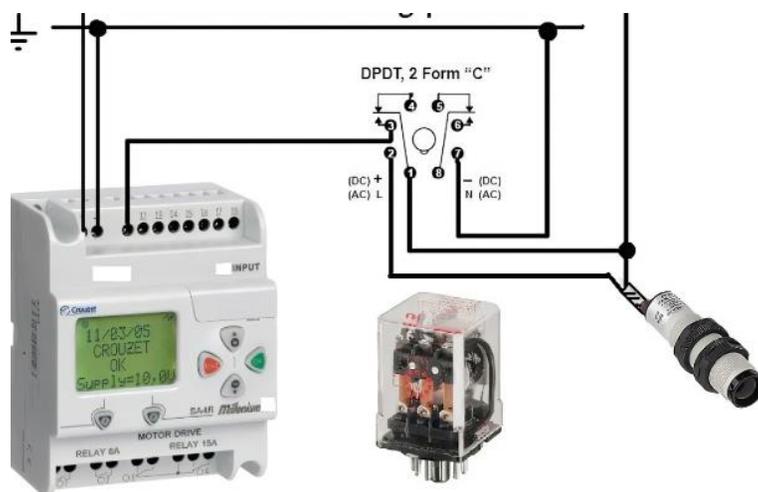
Nota. La figura representa el kit Arduino uno. Tomado de (Santos, 2018)

Sensores capacitivo 3 hilos + relé

Los sensores capacitivos se utilizan en sistemas de control de procesos en muchas industrias. Los sensores se utilizan para detectar, contar y posicionar objetos metálicos y no metálicos, así como para controlar el nivel de líquidos y sólidos a granel en los tanques. En comparación con los sensores inductivos, los interruptores de proximidad capacitivos ofrecen las siguientes ventajas: registrar materiales eléctricamente conductores y no conductores en estado sólido, en polvo o líquido, vidrio, cerámica, plástico, madera, papel, cartón, aceite y agua. (García, 2020)

Figura N° 11.

Sensores capacitivo 3 hilos + relé



Nota. La figura representa los sensores capacitivo 3 hilos + relé. Tomado de (García, 2020).

Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia está diseñado principalmente para controlar la velocidad de rotación de un motor eléctrico asíncrono. Lo hace de manera muy simple: primero, rectifica el voltaje que le suministra la red y luego, a partir del voltaje rectificado, forma un voltaje trifásico de la amplitud y frecuencia deseadas y lo suministra todo al motor eléctrico. Dado que la velocidad de un motor de inducción tiene una dependencia lineal de la frecuencia y el convertidor de frecuencia la cambia en un amplio rango, por lo tanto, puede aumentar la velocidad, disminuirla o

girar el rotor en la dirección opuesta. En general, los convertidores de frecuencia pueden ajustar la frecuencia de 0 a 400 Hertz. (Fernández, 2019)

Figura N° 12.

Variador de frecuencia



Nota. La figura representa el validador de frecuencia. Tomado de (Fernández, 2019).

Fuente 24VDC-10A

La fuente de 24VDC-10A es un dispositivo electrónico al cual comúnmente se lo llama fuente de alimentación. En electrónica se lo define como aquel instrumento que es usado para transformar corriente alterna en corriente continua de una o varias salidas. Básicamente la fuente de alimentación permite transformar la energía eléctrica de VCA a VCD lo que permite alimentar diferentes dispositivos como: motor de DC, leds, cámaras, Módulos PWM, sensores, actuadores, amplificadores, circuitos integrados, etc. (Medina, 2020)

Figura N° 13.
Fuente 24VDC-10A



Nota. La figura representa la fuente 24VDC-10A. Tomado de (Medina, 2020).

Breakers de 220V/110V

EL breaker o disyuntores es el dispositivo de seguridad eléctrica más importantes en cualquier casa, edificio o industria. Es básicamente un interruptor automático que interrumpe el paso de la corriente eléctrica si determinadas condiciones se cumplen, como por ejemplo los altibajos de tensión o sobrecargas eléctricas. A diferencia de los fusibles, que tiene un solo uso, un breaker se puede reconectar siempre y cuando las causas que lo activaron se hayan solucionado.

(Fernández, 2019)

Figura N° 14.
Breakers de 220V/110V



Nota. La figura representa el breakers de 220V/110V. Tomado de (Fernández, 2019)

Electroválvulas 5/2 de 24V CC

La neumática es la tecnología que hace uso del aire comprimido para hacer funcionar diferentes mecanismos de un sistema. Las electroválvulas son dispositivos electromecánicos que tiene la función de controlar y regular el paso de un fluido en una instalación. Sus funciones son iniciar, detener o regular el paso de gases. (Costa, 2020)

Figura N° 15.

Electroválvulas 5/2 de 24V CC



Nota. La figura representa el breakers de 220V/110V. Tomado de (Costa, 2020).

Contactor

Un contactor es un interruptor operado eléctricamente que se usa para cambiar un circuito de alimentación, similar a un relé, excepto que tiene una clasificación de corriente más alta. El contactor está controlado por un circuito cuyo nivel de potencia es mucho más bajo que el del circuito conmutado. Los contactores se utilizan a menudo para motores de 150 hp. El contactor tiene varios contactos dependiendo de la aplicación y la carga. Por lo general, estos contactos son normalmente contactos abiertos. (Feron, 2018)

Figura N° 16.
Contactador



Nota. La figura representa el contactor. Tomado de (Feron, 2018)

Por lo tanto, la carga se desconecta cuando el devanado del contactor se desenergiza. Pero el contactor puede diseñarse para aplicaciones con normalidad abiertas y normalmente cerradas. La aplicación más común de un contactor es en un arrancador que se utiliza para encender y apagar equipos eléctricos como motores, transformadores, entre otros.

Relé térmico

Los relés térmicos son dispositivos eléctricos diseñados para proteger motores eléctricos de sobrecargas de corriente. Este relé de protección térmica está diseñado para actuar sobre circuitos de control cerrando el circuito, abriendo contactos o dando una señal de advertencia al personal de servicio mediante el cierre de contactos. El dispositivo se instala después del contactor de arranque en el circuito de potencia antes del motor eléctrico para controlar la corriente de paso. (Cembranos, 2020)

Figura N° 17.
Relé térmico



Nota. La figura representa el relé térmico. Tomado de (Cembranos, 2020).

Motor trifásico de 220V

Un motor trifásico es un motor eléctrico que está diseñado para ser alimentado desde una red de AC trifásica. Es una máquina de AC que consta de un estator con tres devanados, cuyos campos magnéticos se desplazan en el espacio 120° y, cuando se aplica un voltaje trifásico, forman un campo magnético giratorio en el circuito magnético de la máquina, y de un rotor, de varios diseños, que gira estrictamente a la velocidad del campo del estator (motor síncrono) o algo más lento que él (motor asíncrono). (Aguilar, 2021)

Figura N° 18.
Motor trifásico de 220V



Nota. La figura representa el motor eléctrico trifásico. Tomado de (Aguilar, 2021).

Clasificación de materiales en un sistema de producción

Las empresas suelen tener dificultades para desarrollar plataformas de producción, en parte debido a la complejidad de muchos sistemas de producción y la dificultad para determinar qué procesos constituyen una plataforma. La comprensión de los procesos de producción es un paso importante para identificar los procesos de producción es un paso importante para identificar los procesos candidatos para una plataforma de producción basada en los sistemas de producción existentes.

A partir de la investigación sobre los sistemas de automatización en la producción está ganando adeptos como forma de asignar productos con los correspondientes sistemas de producción y desarrollar ambos simultáneamente. El desarrollo de este sistema de clasificación de producción sigue siendo una tarea difícil. Uno de los aspectos consiste en identificar lo que debe formar parte de la automatización en la clasificación de los procesos de producción que puede resultar beneficiosa.

Por ello, se busca diseñar un sistema automatizado utilizando equipos electroneumáticos para sistema de clasificación de materiales dentro de una línea de producción en el Instituto Tecnológico Superior “Vida Nueva”, en el periodo académico octubre 2021 - marzo 2022, a fin de investigar el funcionamiento de los diversos elementos neumáticos y electroneumáticos, aplicados en la industria de automatización para la clasificación de elementos envasados. De igual forma de analizar el funcionamiento de los componentes que intervienen en un sistema electroneumático automatizado, definiendo las características y sus diferentes usos aplicativos, y finalmente, diseñar del diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicado normas de construcción y diseño.

METODOLOGÍA DESARROLLO DEL PROYECTO

Metodología

En el ámbito de investigativo, el análisis descriptivo es el término que se da al análisis de los datos para describirlos, mostrarlos o resumirlos de forma significativa para que, por ejemplo, surjan patrones o procesos. Ofrece un resumen sencillo de la muestra y las medidas. (Sampieri, 2014).

El tipo de investigación descriptivo, conjuntamente permitieron describir los procesos inmersos para el diseño de la automatización de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción, lo cual permitió explorar los datos relevantes que al ser analizados y procesados son utilizados como una sólida fuente de soporte investigativo para el respectivo diseñar del diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicado normas de construcción y diseño, a fin de obtener el funcionamiento de los componentes que intervienen en un sistema electroneumático automatizado, definiendo así las características y sus diferentes usos aplicativos.

De igual forma, para la realización del trabajo se hace uso de una investigación aplicada, ya que está diseñada para responder a preguntas específicas destinadas a resolver problemas prácticos. Los nuevos conocimientos adquiridos en la investigación aplicada tienen objetivos comerciales específicos en forma de productos, procedimientos o servicios. La investigación fundamental responde a la pregunta inicial de cómo funcionan las cosas. (Lozada, 2018)

De esta forma, para la construcción de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción, se amerita de la aplicación de los respectivos elementos

como: PLC logo 230RC, tablero metálico para control, microcontrolador, sensores inductivos y sensores capacitivos.

Como siguiente punto se desarrolla la automatización correcta mediante el uso de relé programable en Logo Soft, en este sentido, para el diseño del proyecto se utilizó información técnica, la misma que ha servido para determinar los requerimientos de construcción y desempeño de la máquina, el desarrollo de la selección de los elementos de conexión nos ayudara a determinar las fallas y fortalezas, previo a la construcción de la maquina clasificadora. Mediante la plataforma de simulación de esquema electroneumático Fluid Sim Hidráulica, es básicamente un diagrama de esquemático muy fácil de programar e interpretar.

Además, con la implementación de los métodos descritos, durante la investigación e implementación del proyecto, e logro la comprensión completa del problema y forma ración de un mecanismo objetivo, claro y específico para lograr los objetivos planteados en el proyecto. Así, por medio de sensores, controladores y actuadores es posible tener un sistema de automatización para minimizar el tiempo de producción, clasificar los materiales, e incluso reducir riesgos o accidentes laborales.

Por último, se realizó las pruebas de funcionamiento del sistema electroneumático, mediante el uso de equipos dentro del área de productividad, a continuación, se detalla el diseño y la construcción del presente sistema en base a todos los requerimientos necesarios y adquiridos sobre la automatización.

Cada una de las etapas que han sido descritas como parte de la investigación aplicada serán desarrollados a continuación, con el objetivo de presentar de una forma clara y ordena, el desarrollo del proyecto.

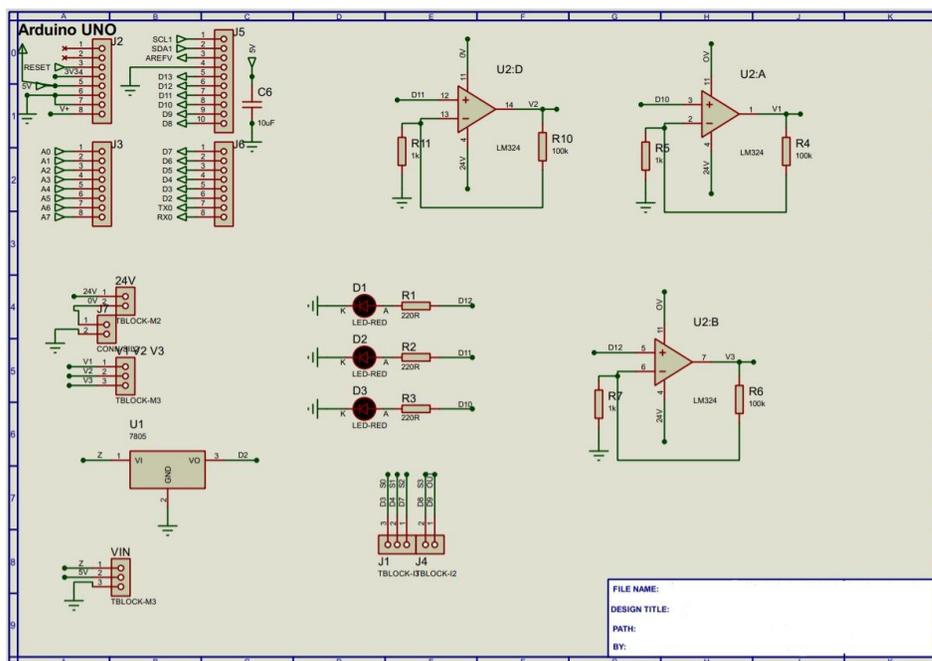
Diseño

Antes de la etapa de implementación descrita como parte de la metodología del proyecto, se requiere realizar el diseño del sistema electroneumático. Este diseño se lo realizó en el software Proteus, y nos permitirá verificar el funcionamiento del circuito antes de ser implementado de forma física con los elementos que fueron mencionados en el punto anterior.

El circuito diseñado el cual se presenta en la siguiente figura, permite transformar las frecuencias enviadas por los sensores de color a una onda de pulso de 5V la cual pasará por un timer GND7805 y amplificará el voltaje elevándolo a 24V el mismo que llegará al relé programable (PLC).

Figura N° 19.

Diseño del circuito para la automatización del sistema electroneumático



Nota. La figura representa el diseño para la placa PCB (2022).

Implementación

Dentro de la metodología se especifican los pasos a desarrollar en la implementación del sistema neumático, con el objetivo de obtener el sistema totalmente funcional. Cada uno de los pasos que se deben ejecutar se presenta a continuación:

- Construcción de la estructura metálica
- Instalación y conexión y configuración de un variador de frecuencia
- Fijación de la cinta transportadora
- Ubicación y colocación de las electroválvulas
- Perforación y colocación de la alimentación de aire para las electroválvulas
- Colocación y ensamblaje de los elementos de control como: breakers, funde de 24v CC, relé programable, contactor y relé térmico
- Colocación y ubicación de los distintos pistones neumáticos
- Trabajo de corte para la ubicación de la pantalla HMI
- Colocación de manguera neumática de 6mm para la alimentación de ahí de los pistones
- Medición y comprobación de voltajes del variador de frecuencia

Construcción del sistema electroneumático

Para el diagrama de control y mando de los elementos electroneumáticos aplicado normas de construcción y dentro de Institución se tiene como punto de partida la construcción de la estructura metálica formada por materiales metálicos que suele ser comúnmente de acero utilizando suelda eléctrica, la cual permite fusionar a una alta temperatura el respectivo metal, formando así un cordón de soldadura que se forma al fundirse tanto el material base como el de aporte, este calor da paso a la corriente, que con precisión y control consiguen unir los metales, sin embargo, este trabajo demanda de materiales de protección especialmente para la vista.

Figura N° 20.

Construcción de la estructura metálica



Nota. Soldadura de la parte mecánica de la maqueta (2022).

Asimismo, se procede con la fijación de la cinta transportadora, básicamente se trata de aquella fijación mecánica de la banda es el proceso de unión de los extremos de la banda transportadora mediante bisagras o placas metálicas. El proceso de unión de los extremos de la banda mediante calor y otros factores.

Figura N° 21.

Fijación de la cinta transportadora



Nota. La figura representa el ensamblaje de la maquina (2022).

Una vez desarrollado lo anterior, se procede a la instalación y conexión y configuración de un variador de frecuencia. Procedimiento en el que se deben considerar algunas pautas, las cuales

marcan una diferencia entre las instalaciones que funcionan es un tipo de accionamiento de motor utilizado en los sistemas de accionamiento electromecánico para controlar la velocidad y el par del motor de corriente alterna mediante la variación de la frecuencia de entrada del motor para controlar la variación de tensión o corriente asociada.

Figura N° 22.

Instalación y conexión y configuración de un variador de frecuencia

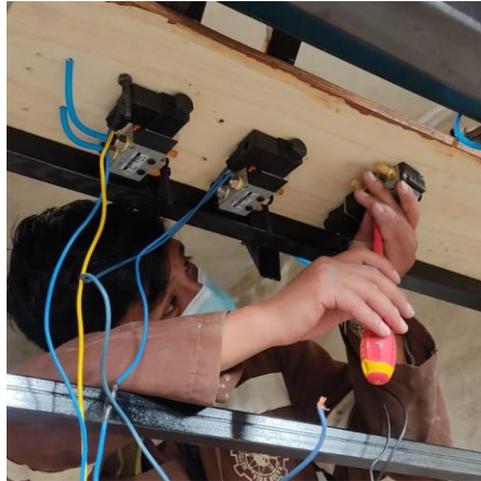


Nota. La figura representa la ubicación del variador de frecuencia y sus componentes (2022).

En efecto, se procede con la ubicación y colocación de las electroválvulas, formadas por un conjunto de bobina, émbolo y manguito. En las válvulas normalmente cerradas, un muelle de retorno del émbolo lo mantiene contra el orificio e impide el flujo. Una vez que la bobina del solenoide se energiza, el campo magnético resultante eleva el émbolo, permitiendo el flujo. En este sentido, se ha localizado en tres puntos con una distancia aproximada de veinte centímetros.

Figura N° 23.

Ubicación y colocación de las electroválvulas

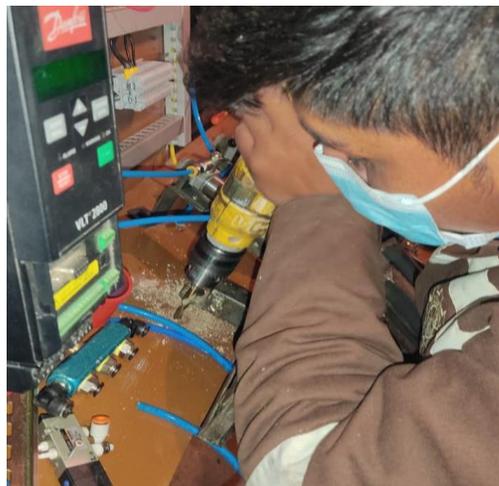


Nota. Ubicación de las electroválvulas (2022).

Por otra parte, se lleva a cabo la perforación y colocación de la alimentación de aire para las electroválvulas, ya que se eliminan la necesidad de control manual o neumático de un circuito neumático y sólo requieren una entrada eléctrica con presión de aire para las válvulas pilotadas para funcionar, lo que las hace fáciles de programar e instalar en una amplia variedad de aplicaciones.

Figura N° 24.

Perforación y colocación de la alimentación de aire para las electroválvulas



Nota. La figura representa la conexión de las mangueras neumáticas (2022).

Acto seguido, se procede con la colocación y ensamblaje de los elementos de control como: breakers conocido también como interruptor, el cual opera automáticamente cerrando o interrumpiendo el flujo de corriente del circuito para proteger la instalación y personas de daños que pueden generar los cortocircuitos o sobrecargas. Asimismo, se funde la fuente de alimentación de 24v CC, actuador electromagnético delineado concretamente para funcionar con una fuente de alimentación de corriente continua. De igual forma, se coloca el relé programable, contactor y relé térmico.

Figura N° 25.

Colocación y ensamblaje de los elementos de control



Nota. La figura representa el ensamblaje de los elementos de control (2022).

Después, se coloca y ubica los distintos pistones neumáticos, dispositivo mecánico que convierte la energía del aire comprimido en un movimiento lineal alternativo. Un cilindro de doble efecto utiliza aire comprimido para mover un pistón hacia dentro y hacia fuera, mientras que un cilindro de simple efecto utiliza aire comprimido para el movimiento en un sentido y un muelle de retorno para el otro.

Figura N° 26.

Colocación y ubicación de los distintos pistones neumáticos



Nota. La figura representa la ubicación de las electroválvulas (2022).

Luego, se efectúa el trabajo de corte para la ubicación de la pantalla HMI, con la ayuda de la herramienta de corte se extrae la pieza que ayuda de soporte a la interfaz de usuario o un panel de control que conecta a la persona con la máquina, en un sistema, aunque técnicamente permite a un usuario interactuar con un dispositivo.

Figura N° 27.

Trabajo de corte para la ubicación de la pantalla HMI



Nota. Corte para la ubicación de la pantalla HMI (2022).

Por consiguiente, se coloca la manguera neumática de 6mm para la alimentación de los pistones, cabe mencionar que las mangueras y los tubos se utilizan habitualmente en los sistemas neumáticos para distribuir el aire comprimido a los distintos componentes del sistema, debido a que el neumático es el movimiento del aire, los gases o el viento, pero en la industria se entiende por manguera neumática aquella capaz de conducir gases a una presión superior a la atmosférica. En el ámbito de la automatización, es la aplicación de gases a presión para realizar el trabajo con la herramienta de pistones.

Figura N° 28.
Colocación de manguera neumática

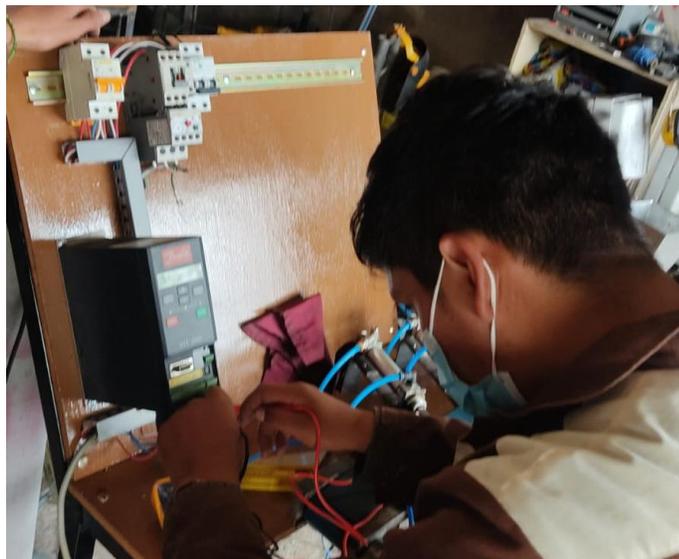


Nota. Ubicación y conexión de la manguera neumática para los distintos pistones y electroválvulas (2022).

Avanzando, se recurre a la medición y comprobación de voltajes del variador de frecuencia, ya que dentro de un sistema de motor/accionamiento, hay que pensar en la entrada y salida, puesto que un variador de frecuencia transforma la red de entrada de tensión y frecuencia constantes en un rango de tensión y frecuencia que puede variar para controlar el par del motor. La resolución de problemas en la entrada comienza con la comprobación de la alimentación y el suministro de voltajes del variador de frecuencia.

Figura N° 29.

Medición y comprobación de voltajes del variador de frecuencia



Nota. La figura representa la conexión del variador de frecuencia (2022).

Resultados obtenidos

En la ejecución e implementación de proyectos prácticos siempre existe la posibilidad de fallas en los sistemas, es por esto por lo que se requiere realizar pruebas de funcionamiento y de ser el caso la depuración del sistema cuando se encuentran fallas en el mismo. El presente proyecto no fue la excepción, se obtuvo un problema que produjo un cortocircuito de la placa principal, para solucionar este problema, se implementaron elementos de protección en el circuito como fueron: un relé de 5V en el Arduino y un relé de 24V para el PLC.

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software de fácil uso. Las placas Arduino son capaces de leer entradas -luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje y convertirlas en una salida -activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea, en este caso de producción. Puedes decirle a tu placa lo que tiene que hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador de la placa. Para ello se utiliza el lenguaje de programación Arduino, basado en Processing.

A lo largo de los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta complejos instrumentos científicos. En torno a esta plataforma de código abierto se ha reunido conocimientos de automatización y sistema electroneumático cuyas contribuciones han sumado una increíble cantidad de razones accesibles que ayuda a la programación para realizar la clasificación de materiales dentro del sistema de producción.

Figura N° 30.
Código Arduino

```

plc_logo_colores_fna
// código de colores
// designar pines del arduino para las salidas del sensor de color r0,r1,r2,r3,out

const int r0 = 4;
const int r1 = 5;
const int r2 = 6;
const int r3 = 7;
const int out = 3;

// rutina del programa para setear las salidas y entradas del arduino
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(r0, OUTPUT);
  pinMode(r1, OUTPUT);
  pinMode(r2, OUTPUT);
  pinMode(r3, OUTPUT);
  pinMode(out, INPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);

  // asignamos configuración del sensor para 100V captar el color
  digitalWrite(r0, HIGH);
  digitalWrite(r1, HIGH);

  // rutina donde se coloca el programa de las de instrucciones
}

void loop()
{
  // asignamos variables para lectura de 3 funciones de color R*Y*G
  int R = getRojo();

```

Nota. La figura representa la programación del código en Arduino (2022).

Visualización

En este aspecto, Arduino se utiliza para la clasificación de materiales en el sistema de producción, también se utiliza para el sistema de control en tiempo real con tiempos programables, la iluminación bajo código de colores. En el sistema de control de tráfico el tiempo de los cruces se ajusta automáticamente para acomodar de los materiales.

Para ello se inicia con el proceso de dosificación y clasificación, que es muy utilizada por los ingenieros en las centrales térmicas, los procedimientos están en boga en la industria automotriz.

Es así que en la primera pantalla se encuentra el menú, acompañado de un título central en color negro con fondo azul “Dosificación y clasificación” a lado izquierdo el logo de la Institución

“Vida Nueva”, y a lado derecho los comandos o botones de manual y control en fondo amarillo y naranja.

Figura N° 31.

Visualización interfaz menú

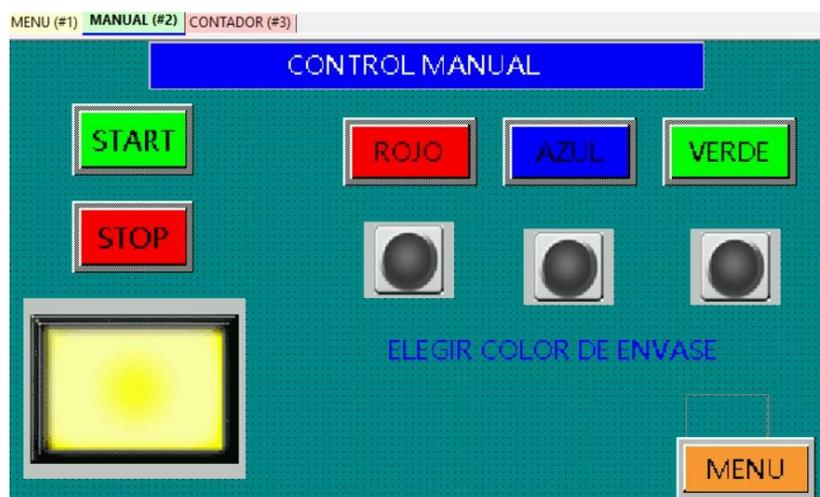


Nota. La figura representa la interfaz inicial del variador de frecuencia (2022).

En la segunda interfaz, se encuentra el control del manual, que a manera de colores se establece el menú de selección de colores en rojo, azul, y verde. Al igual que las opciones de empezar “start” y parar “stop”.

Figura N° 32.

Visualización control manual



Nota. La figura representa la interfaz de control de la pantalla HMI (2022).

Finalmente, en la interfaz tres, se encuentra el menú para el contador según el código 9999 por envase de colores, los cuales son:

- Rojo – envase rojo
- Azul – envase azul
- Verde – envase verde

Figura N° 33.

Visualización interfaz contador



Nota. La figura representa la interfaz del contador (2022).

PROPUESTA Y RESULTADOS

La primera prueba de funcionamiento se la realizó al motor trifásico, mediante la identificación de las borneras de trabajo, mediante la identificación de los valores correspondientes a la placa del motor, una vez identificado estos valores los cuales nos ayudaron a configurar los parámetros del variador de la marca Danfoss, luego se realizó pruebas de continuidad en las bobinas a continuación se verifico las borneras de cada línea del motor. Se realizo mediciones de voltajes y de corrientes, una vez que el motor arranco se procedió a la medición de los voltajes y las corrientes para poder comprobar la correcta funcionalidad del motor.

Figura N° 34.

Alimentación del motor trifásico con ayuda del variador de frecuencia



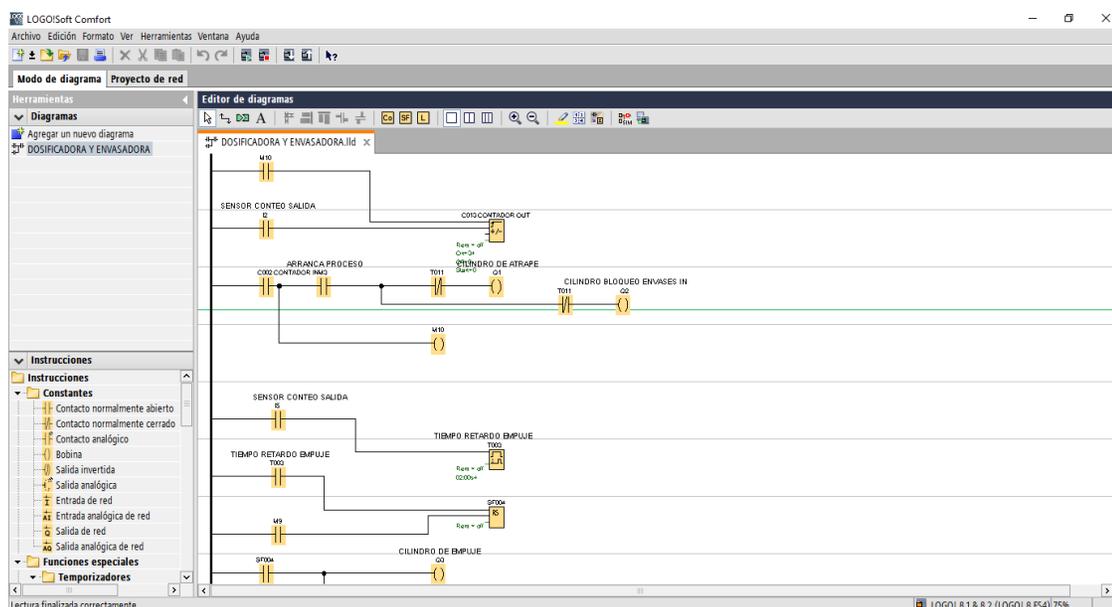
Nota. La figura muestra la conexión del motor trifásico e cual está conectado a un variador para poder controlar su velocidad.

A continuación, se realizó las pruebas de funcionamiento de las electroválvulas y cilindros el cual se verifico el estado de los elementos que controlaran la posición de los recipientes, dosificación y clasificación, las pruebas de dichos elementos se realizaron con ayuda del Software LOGO Soft Comfort V8.3, se realizó un simple diagrama en el cual se controlaba cada cilindro.

Gracias a esto se pudo verificar que algunas electroválvulas no funcionaban correctamente y se procedió a sustituirlas por unas nuevas.

El software nos permitió compilar el diagrama realizado desde un pc, hacia el controlador lógico programable de una manera sencilla y así efectuar más rápidamente las comprobaciones de los elementos.

Figura N° 35.
Diagrama para las pruebas de funcionamiento



Nota. El diagrama nos permite realizar las pruebas de funcionamiento de las electroválvulas mediante el accionamiento de un sensor

La prueba de funcionamiento del sistema de dosificación se complementó con las anteriores comprobaciones, en esta comprobación se utilizó el motor trifásico y el variador para el movimiento de la banda transportadora hacia la campana dosificadora a continuación se realizó un diagrama que nos ayudaría a controlar los cilindros de acuerdo a los parámetros deseados, sin embargo, también se procedió a realizar la comprobación con la parte neumática, eléctrica y la campana dosificadora. En esta comprobación se observó detalles y aspectos que se tuvieron que

solucionar uno por uno, el primer inconveniente se encontró en el tiempo de la dosificación, y a partir de esto se tomó en cuenta el lugar en donde se colocarían los sensores. Se verificó diferentes materias primas que podrían utilizarse en este módulo de prácticas. En este proceso de verifíco la temperatura del motor, los Hertz a los cuales debe desplazarse la banda transportadora y se calibro el tiempo para cada recipiente de acuerdo al color.

Figura N° 36.

Representación gráfica del sistema de dosificación



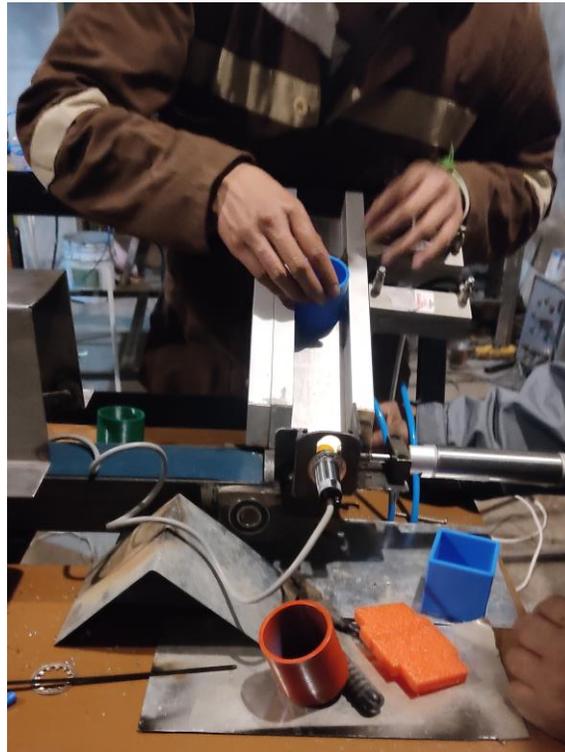
Nota. La figura muestra las pruebas de funcionamiento de la campana dosificadora.

Se realizo las pruebas de funcionamiento de los sensores capacitivos y el sensor de Arduino, una vez ubicado los sensores en la estructura del módulo se realizó el código de Arduino, esto nos permitió recopilar datos de diferentes rangos, con esta comprobación en el sensor de Arduino se pudo calibrar un rango el cual se utilizará para reconocer los colores de los diferentes recipientes, sin embargo en los sensores capacitivos se regularon para que los recipientes que se deslicen hacia abajo en la rampa se puedan detectar y enviar señales al controlador lógico programable que permitió el accionamiento de los cilindros, finalmente se realizó otro diagrama

en donde se incluyeron todos los sensores, en la comprobación del sistema se pudo observar el correcto funcionamiento del sistema autónomo.

Figura N° 37.

Representación gráfica de la ubicación de los sensores



Nota. Comprobación de los sensores capacitivos utilizando los recipientes.

Finalmente se realizó la comprobación de todos los elementos colocados en el módulo, se calibro nuevamente el sensor de color del Arduino debido a que va dependiendo de la luz del exterior que se encuentre, se regulo las válvulas estranguladoras del sistema neumático, en la última comprobación del sistema se realizó otro diagrama en el software Logo Soft Comfort en el cual se agregó una pantalla Touch de la marca INVT, la pantalla touch utiliza el software VT Designer el cual nos permitió realizar la interfaz, en este software se asignó marcas y nombres el cual nos permitirán iniciar y parar el sistema desde el HMI, se realizó una comunicación entre la

pantalla y el controlador lógico programable sin embargo se tomó en cuenta la comprobación de todas las conexiones para evitar inconvenientes.

Figura N° 38.

Representación gráfica del panel eléctrico



Nota. La figura muestra la comprobación y verificaciones de las conexiones del módulo. (2022).

Análisis de sistema

Tabla N° 1.
Especificación de cálculos

<i>Cilindro</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>F teo</i>	<i>F R</i>	<i>F real</i>	<i>F teo</i>	<i>F R</i>	<i>F real</i>	<i>n</i>
	<i>avance</i>	<i>Retroceso</i>	<i>avance</i>	<i>avance</i>	<i>avance</i>	<i>retroceso</i>	<i>retroceso</i>	<i>retroceso</i>	
1	8.04 cm ²	7.26 cm ²	643.2 N	64.32 N	578.88 N	580.56 N	58.06 N	522.5 N	0.9
2	8.04 cm ²	7.26 cm ²	643.2 N	64.32 N	578.88 N	580.56 N	58.06 N	522.5 N	0.9
3	8.04 cm ²	7.26 cm ²	643.2 N	64.32 N	578.88 N	580.56 N	58.06 N	522.5 N	0.9
4	2.01 cm ²	1.73 cm ²	160.8 N	16.08 N	144.72 N	138.4 N	13.84 N	124.56 N	0.9
5	2.01 cm ²	1.73 cm ²	160.8 N	16.08 N	144.72 N	138.4 N	13.84 N	124.56 N	0.9

Nota. La tabla muestra las fuerzas neumáticas que actúan dentro del sistema electroneumático

Conclusiones

Luego de haber finalizado la investigación y determinar los diferentes resultados sobre el estudio de la automatización de un sistema electroneumático para la clasificación de materiales en un sistema de producción se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En el módulo de clasificación por color se tuvo que investigar cómo funcionan los elementos electrónicos ensamblados en una placa PCB para poder utilizar el Arduino, el cual nos permitirá enviar señales desde el sensor de color, hacia el relé programable (PLC), con el objetivo de ejecutar el sistema de dosificación y sistema de clasificación, reduciendo gastos en su fabricación.
- Dicha investigación nos ayudó a conocer más sobre la comunicación entre el Arduino con el controlador lógico programable (Logo de la marca Siemens), se la pudo realizar mediante un protocolo de comunicación Modbus TCP/IP, el cual nos ayudó al proceso de dosificación y clasificación mediante la identificación por colores, esta comunicación es muy utilizada en las industrias dentro de los equipos de automatización, con un protocolo serial se puede trabajar en un entorno intranet o más conocido como una red informática interna.
- En el transcurso de la construcción del módulo se generaron varios problemas, los cuales se debían principalmente a que los elementos no eran compatibles entre ellos, lo cual retardo su culminación, sin embargo, se pudieron solucionar gracias a la investigación y análisis del funcionamiento de cada uno de ellos logrando comunicarlos entre sí y formar una sola línea de producción funcional
- Al momento de analizar el funcionamiento de las pantallas táctiles o HMI se pudo constatar que son requeridas en las industrias, ya que estos equipos pueden permitir

el monitoreo de toda la producción en tiempo real, lo cual ayuda mucho a la producción y también a la detección de fallas y averías realizando un correcto mantenimiento preventivo.

- Para el diseño y construcción de una máquina es muy importante escoger correctamente los elementos con los cuales se van a trabajar, ya que en la actualidad existen una gran variedad de materiales eléctricos, mecánicos y electrónicos en diferentes marcas y modelo, lo cual afecta al momento de la construcción debido a que no son compatibles entre ellos, afectando el resultado que se requiere, para las industrias es muy indispensable reducir costos para obtener mejores ganancias, sin duda se podría automatizar las líneas de producción que ocupen de un dosificador para materia prima sólida o líquida, con elementos que no sean costosos pero si compatibles entre ellos.

Recomendaciones

- Dentro de la industria la automatización para la clasificación de elementos envasados es muy utilizada, pero para realizar este proceso es indispensable tener una idea clara de lo que se vaya a construir sin embargo se debe estructurar un plan que no permita una organización de las ideas el cual facilite la elaboración del proyecto.
- Para el diseño de un sistema de dosificación se investigar y consultar sobre proyectos similares y funcionales que no desperdicie la materia prima, un dosificador que tenga un cierre diferente y que no se utilice pistones como abertura, es necesario una investigación de diferentes procesos en los cuales se obtenga una información más útil, el cual aplique normas de construcción, es necesario capacitarse sobre la programación industrial, de igual forma el personal encargado de la sistema electroneumático y manipulación de los elementos en el proceso de construcción debe contar con indumentaria apropiada de seguridad contra uno o más peligros, a fin de evitar lesiones del cuerpo por agresiones externas.
- Se recomienda realizar un mantenimiento general a todos los equipos que intervienen en el módulo, debido que con el uso puede llegarse a presentar fallas en su funcionamiento, estos pueden ser eléctricos, electrónicos y mecánicos como lo es la banda transportadora que están conectadas en las poleas del motor y a la polea de la chumacera de la banda transportadora, cuando se realice un mantenimiento se debe verificar el correcto funcionamiento de los rodamientos debido a que con el tiempo los mismo se desgastan.
- Para evitar gastos innecesarios se debe realizar una cotización en la cual se detallen

con exactitud todos los elementos necesarios para la construcción del módulo, teniendo en cuenta que en la parte práctica se pueden presentar inconvenientes para ello es necesario la investigación más a fondo el tema para tener una idea clara y no cometer los mismos errores durante la construcción eléctrica o mecánica del módulo.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, J. (2019). *Automatas programables y sistemas de automatización/PLC and Automation Systems*. Madrid: Marcombo.
- Aguilar. (2021). *Inversor Digital Trifásico*. Madrid: Innova edit.
- Arbeláez, B. (2017). Control de un sistema electroneumático. *Scientia et technica*, 1(32), 127.
- Arriola, O. (2020). Sistemas integrales para la automatización de bibliotecas basados en software libre. *Acimed*, 6(2), 12.
- Asencio, E. (2018). *Diseño de un sistema automatizado para procesos electroneumáticos*. Quito: Lógica cableada.
- Asensio, R. (2005). *Automatización de procesos mediante la guía Gemma*. Barcelona: Edit. Edicions UPC.
- Balcázar, E. (2021). *Diseño de un sistema electrónico y electroneumático*. México: Diguital contemporanea .
- Bazurto, P. (2016). *Modelamiento y Simulación de un Sistema Electro Neumático*. 2016: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Blázquez, M. (2017). *Retrofitting sistema manipulador electro-neumático servocontrolado clasificador de piezas por peso mediante PLC S7-1500*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Burbano, P. (13 de Mayo de 2013). *Didactica.com*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>
- Burbano, P. (2014). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva .
- Canales, A. M. (2020). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Madrid: Marcombo.

- Cembranos, N. (2020). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Cervino, C. (2017). *Sistema de asistencia electroneumática*. Buenos Aires: Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- Constantino, C. (2020). *Modelo original de un sistema electroneumatico*. València: Universitat de València.
- Córdoba, E. (2019). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación*, 26(3), 120.
- Costa. (2020). Diseño SCADA para un prototipo seleccionador de piezas. *Industrial Data*, 4(1), 62-66.
- Costa, J. (2018). Control y supervisión de un proceso electro-neumático. *Industrial data*, 7(8), 73.
- Culqui, D. (2021). *Implementación y construcción de un banco electroneumático con sistema de posicionamiento lineal*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Escobar, J. (2021). Control secuencial de un circuito electroneumático a través de un PLC. *Scientia et technica*, 3(5), 191.
- Fernández, P. (2019). Simulación del inversor multinivel de fuente común como variador de frecuencia para motores de inducción. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(6), 7-9.
- Feron, P. (2018). Membrane contactor applications. *Desalination*, 4(1), 81.
- García. (2020). *Implementación de un módulo didáctico de PLC con sensores para el laboratorio de máquinas*. Madrid: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- García, L. (2018). Automatización de bibliotecas. *Boletín de la Anabad*, 8(2), 410.

- Gaviria, D. (2012). *Diseño de un sistema de control electro-neumático para una matriz de ensamble y soldadura empleando un PLC*. Institución Universitaria Pascual Bravo.: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- González, E. (2019). Automatización flexible, ingeniería de diseño y fabricación. *Dirección y Organización*, 3(3), 12.
- Hyde, J. (2017). *Control electroneumático y electrónico*. Madrid: Marcombo.
- Izaguirre, E. (2020). Sistemas de automatización. *Feijóo*, 6(2), 19.
- López, J. (2020). *Diseño de un sistema de control electronecánico*. Medellín : Universidad Tecnológica de Pereira .
- Lozada, J. (2018). *Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria*. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Mañay, A. (2019). Automatización de sistema electrónico neumático del proceso. *Ensamblaje de automóviles*, 6(9), 78.
- Martín, S. (2018). Retrofitting del sistema de motorización de un manipulador electroneumático clasificador de piezas por peso servo controlado. *HW siemens*, 5(2), 1.
- Martínez. (2019). *Autómatas y relés programables (Instalaciones domóticas)*. Madrid: Editex.
- Medina. (2020). Optimización del sistema de gestión de alarmas, fallas y tiempos de parada de las máquinas envasadoras en Kraft Food Colombia. *Universidad Autónoma de Occidente*, 4(1), 10.
- Medina, L. (2021). *La automatización en la industria* . Quito: Edicions UPC.
- Moreno, E. (2019). *Automatización de procesos industriales*. Alfaomega: Valencia.
- Ochoa, J. (2021). *Diseño, construcción e implementación de un sistema electroneumático*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

- Oppenheimer, A. (2018). *El futuro del trabajo en la era de la automatización*. México: Debate.
- Palomo. (2020). *ontrol de un sistema de regulación de temperatura usando un autómeta programable y una pantalla HMI*. México: Innova mex.
- Peralvo, D. (2020). *Repotenciación de un banco de pruebas de control, neumático y electroneumático*,. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Pérez, E. (2020). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Revista Tecnología en Marcha*, 14(1), 3.
- Ponsa, A. (2019). *Diseño y automatización industrial*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Recalde, R. (2016). *Diseño de un sistema electroneumático* . Cuba: El Labrador.
- Rubio, Á. (2021). *Identificación experimental de un sistema*. Cuba: Mecánica Cuba.
- Rubio, E., & Hernández, S. (2017). Modelado, identificación y control de actuadores lineales electroneumáticos. aplicación en plataforma de dos grados de libertad. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 5(1), 58.
- Ruedas, C. (2020). Automatización Industrial: Áreas de aplicación en la Ingeniería. *Boletín Electrónico*, 4(1), 113.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Santos, C. (2018). *Desenvolvimento de um módulo de controle de nível utilizando o kit Arduino Uno*. Brasil: Congresso Brasileiro de Automática. Belo Horizonte.
- Seller, D. (2020). *Secuencial con sistema electroneumático*. México: Conversió.
- Teja, S. (2019). *Automatización neumática y electroneumática*. Madrid: Marcombo.
- Vadillo, J. (2018). *Sistema de control de un insuflador electro neumático de CO2*. Quito: Sistema de monitoreo.

Valcarcel, M. (2020). *Automatización y miniaturización*. Buenos Aires: Springer Science & Business Media.

Velasco, P. (2022). Modelamiento y Simulación de un Sistema Electro-Neumático. *Plaza Guingla*, 4(1), 12.

Anexos

Figura N° 39.

Instalación de manguera neumática de 6mm



Nota. Instalación y ubicación de las mangueras neumáticas de acuerdo a la distancia de los elementos.

Figura N° 40.

Alimentación de los solenoides de las electroválvulas



Nota. Conexión de los solenoides de acuerdo a su polaridad.

Figura N° 41.

Colocación de los elementos eléctricos y electrónicos en el tablero



Nota. Ubicación e instalación de los elementos de control como el Arduino y el relé programable.

Figura N° 42.

Ubicación de las electroválvulas



Nota. Fijación de las electroválvulas con ayuda de tornillos colepatos.

Figura N° 43.

Calibración de las válvulas estranguladoras, para la salida y entrada de los pistones



Nota. Calibración de la salida y entrada del vástago del pistón para que la materia prima no sufra daños.

Figura N° 44.

Ubicación de la dosificadora



Nota. Ubicación de la dosificadora de acorde al punto exacto, que los sensores detectan.

Figura N° 45.

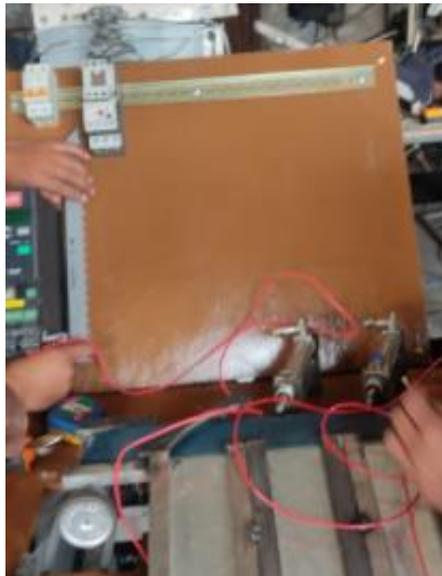
Alimentación del motor trifásico para la banda transportadora



Nota. Alimentación del motor para la banda transportadora, para luego proceder con las pruebas de funcionamiento.

Figura N° 46.

Ubicación de los pistones y su alimentación, para las electroválvulas



Nota. Ubicación de los pistones de acuerdo a las disposiciones y necesidades obtenidas en la banda transportadora.

Figura N° 47.

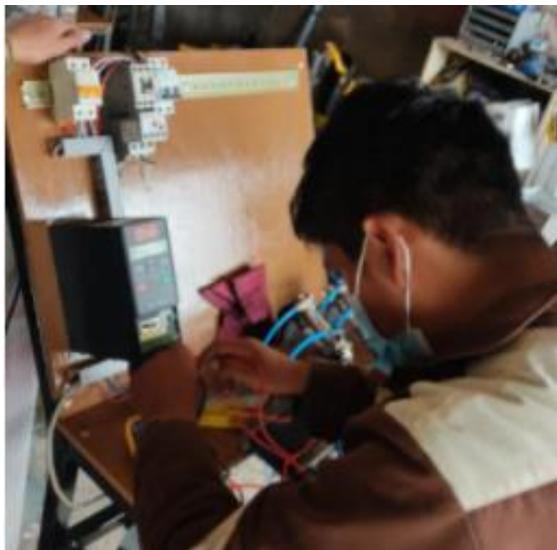
Peinado de cables y manguera neumática



Nota. Peinado de cables correspondiente a las electroválvulas, para una mejor estética.

Figura N° 48.

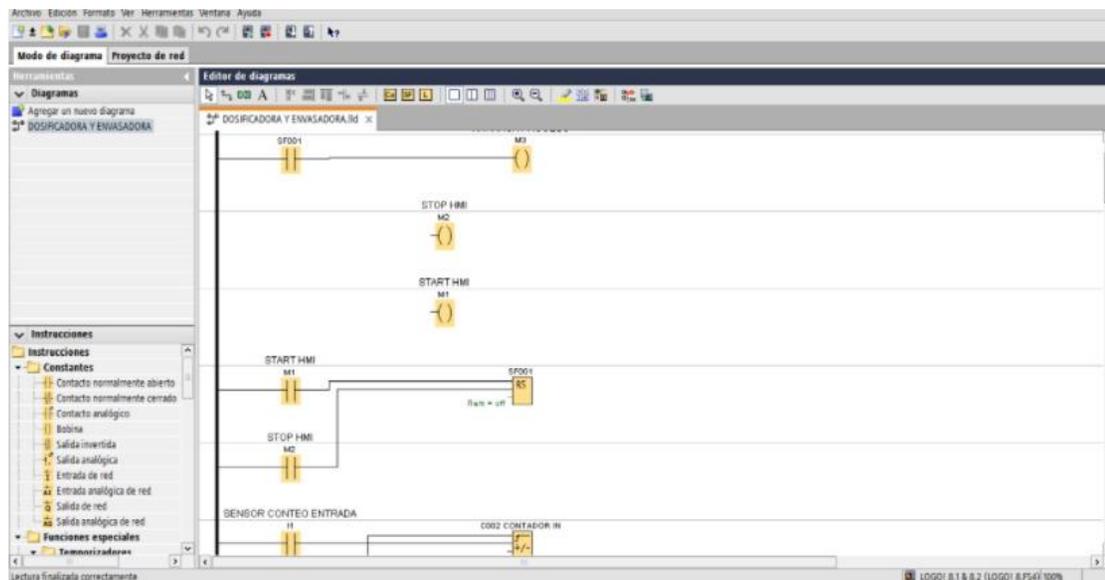
Medición de voltajes de entrada y salida para el motor



Nota. Comprobación de voltajes de entrada y salida del motor.

Figura N° 49.

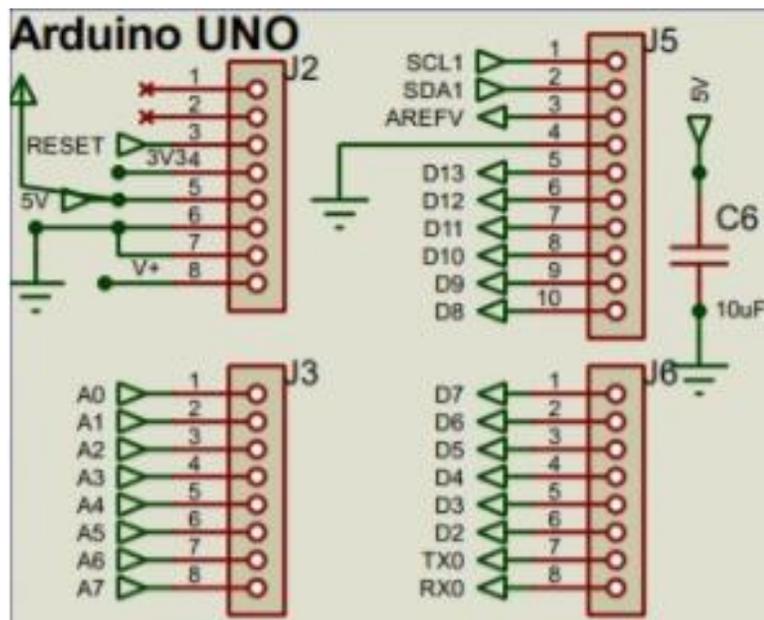
Desarrollo de la programación para los pistones y la banda transportadora



Nota. Programación el software LOGO Soft Comfort V8.3.

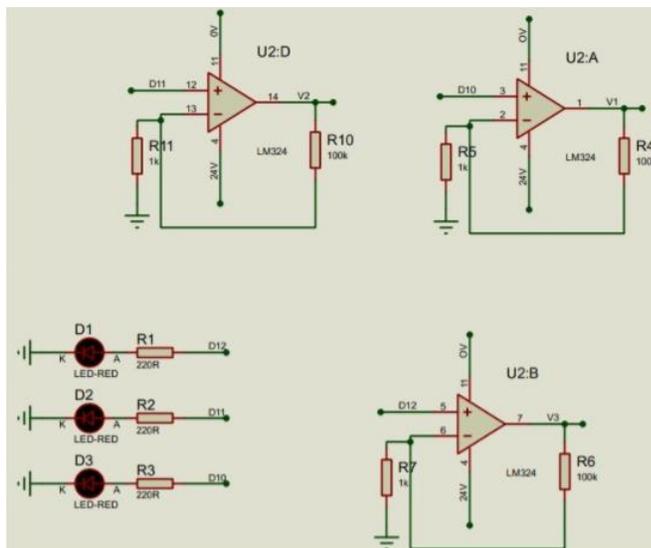
Figura N° 50.

Desarrollo del circuito electrónico



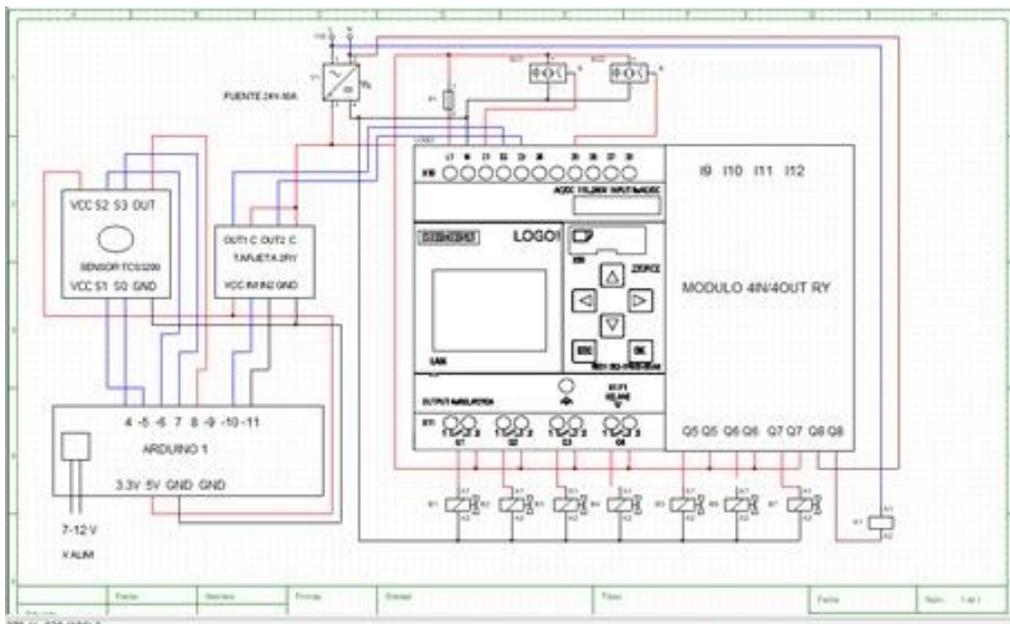
Nota. Diseños de la placa pcb.

Figura N° 51.
Circuito electrónico en proteus



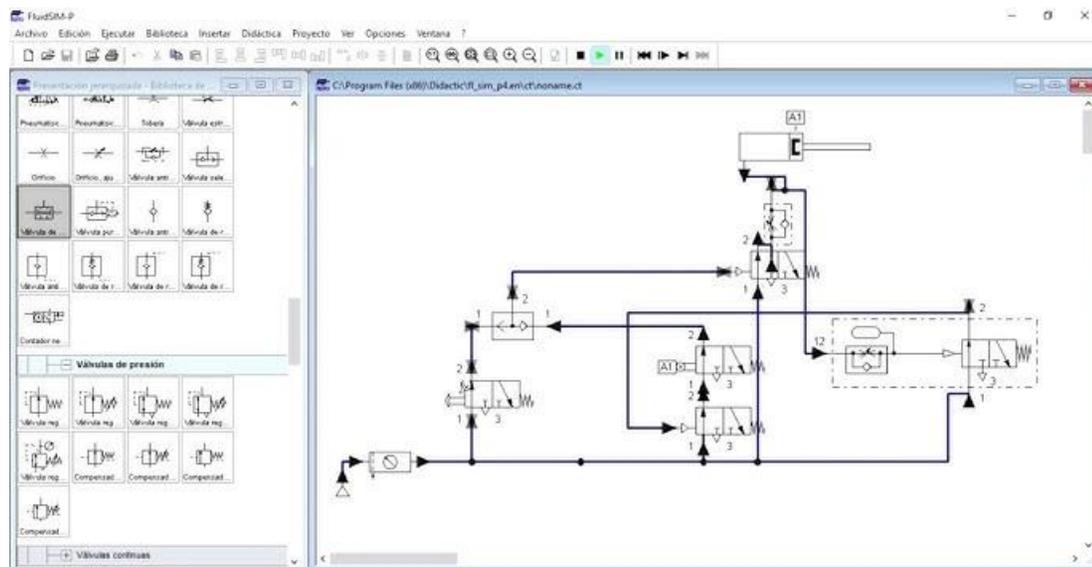
Nota. Diseños de los elementos de la placa pcb y su simulación.

Figura N° 52.
Plano eléctrico en autocad



Nota. Plano eléctrico de las conexiones eléctricas del plc y solenoides.

Figura N° 53.
Plano neumático en fluidsim



Nota. Plano neumático de las conexiones de los pistones de doble efecto

Figura N° 54.
Máquina terminada



Nota. Fotografía de la maqueta terminada.