

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

VIDA NUEVA



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE
RECIPIENTES CONTROLADO POR UN RELÉ PROGRAMABLE**

PRESENTADO POR:

OVIEDO PAREDES JUAN FERNANDO

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: **“Diseño y construcción de un sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable”**, presentado por el ciudadano **Oviedo Paredes Juan Fernando**, 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

C.I.: 060403063-5

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, sobre el tema: **“Diseño y construcción de un sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable”** presentado por el ciudadano **Oviedo Paredes Juan Fernando** 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, **Oviedo Paredes Juan Fernando** portador de la cédula de ciudadanía **1722762471**, 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 “**Diseño y construcción de un sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable**”, 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.

Oviedo Paredes Juan Fernando

C.I.: 172276247-1

Dedicatoria

Primeramente, dedico este proyecto de titulación a Dios y a la Santísima Virgen María que me guiaron con sabiduría y humildad, porque sin ellos nada sería posible en mi vida, y también por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía, y a mis padres Oviedo Casa Juan Carlos y a Paredes Pila María Eugenia también a mi padrastro Guerrero Figueroa Julio Bolívar, quienes me apoyaron moral y económicamente esforzándose por cumplir uno de mis sueños. Por enseñarme que la vida por más sacrificada que sea siempre tiene su recompensa, y sobre todo por el ejemplo de superación que siempre lo han demostrado. También a mi hermano por que ha compartido conmigo cada momento de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a la Santísima Virgen María por brindarme salud, por guiarme siempre y por darme la oportunidad de llegar a cumplir mis metas. Expreso también mi más profundo agradecimiento a todos los docentes de la carrera tecnológica en electromecánica ya que con sus capacidades y criterios podemos comprometernos con cada una de nuestras acciones y por mantener siempre un espíritu noble para actuar con actitud positiva y ser siempre éticos, en especial agradezco al Ingeniero Carlos Ruiz por su acertada dirección en este proyecto de titulación quien supo impartir sus conocimientos forjando la profesión que ejerzo con honradez y eficiencia. Así mismo acentué mis agradecimientos a mis compañeros de carrera por compartir experiencias y muchos momentos interesantes de aprendizaje durante todo el trayecto de mi carrera profesional.

Índice de contenidos

Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción	16
Antecedentes.....	17
Justificación	19
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Marco Teórico.....	21
Banda Transportadora.....	21
Tipos de banda transportadora	22
Ventajas y desventajas de la banda transportadora.....	23
Elementos, partes y componentes.....	24
Motores Eléctricos	26
Tipos de motores.....	27
Características	28
Motorreductor	29
Variador de Frecuencia.....	30
Beneficios e inconvenientes.....	31

Contactor.....	31
Relevadores Electromagnéticos	32
Controlador Lógico Programable	33
Ventajas y desventajas	34
Diferencia entre el automatismo eléctrico y el automatismo programable.....	34
Sistema de control.....	35
¡Logo! Siemens DM8 230R.....	36
Estructura del Logo Siemens DM8 230R	37
Montar LOGO.....	38
Cablear el LOGO	38
Programar Logo	39
Software Logo.....	41
Ventajas del software	41
Tipos de Lenguajes de Programación.....	42
Tipos de Módulos de Expansión.....	42
Sensor de Proximidad Capacitivo.....	44
Partes Eléctricas	45
Bases Portafusibles	45
Arduino	46
Ventajas y desventajas	47

Sensor de Color.....	48
Metodología y Desarrollo del Proyecto	49
Diseño de la banda transportadora.....	49
Diseño de circuito eléctrico en lenguaje Ladder.....	53
Conexiones del circuito eléctrico en CAdE_SIMU.....	55
Construcción.....	55
Implementación.....	58
Trasferencia de datos PC AL PLC.....	59
Propuesta.....	61
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	68
Referencias Bibliográficas.....	69
Anexos	73

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Banda transportadora</i>	21
Figura 2. <i>Tipos de banda transportadora</i>	22
Figura 3. <i>Partes de la banda transportadora</i>	25
Figura 4. <i>Partes de rodillo</i>	26
Figura 5. <i>Motores eléctricos</i>	27
Figura 6. <i>Tipos de motores eléctricos</i>	28
Figura 7. <i>Motorreductor</i>	29
Figura 8. <i>Variador de Frecuencia</i>	30
Figura 9. <i>Contactores</i>	32
Figura 10. <i>Relé programable</i>	33
Figura 11. <i>Automatismo eléctrico y automatismo programable</i>	35
Figura 12. <i>Sistema de control</i>	36
Figura 13. <i>Estructura del Logo Siemens</i>	37
Figura 14. <i>Conexión del Logo</i>	39
Figura 15. <i>Interconexión de bloques</i>	40
Figura 16. <i>Sensores capacitivos</i>	44
Figura 17. <i>Bases portafusibles</i>	46
Figura 18. <i>Arduino</i>	47
Figura 19. <i>Sensor de color de Arduino</i>	48
Figura 20. <i>Diseño del vaso en 3D</i>	50
Figura 21. <i>Software AutoCAD 2020</i>	51
Figura 22. <i>Vista isométrica SO</i>	51

Figura 23. <i>Comandos de AutoCAD 2020</i>	52
Figura 24. <i>Diseño final de la estructura</i>	52
Figura 25. <i>Software LOGO Soft Confort V8.3</i>	53
Figura 26. <i>Programación en el software Logo</i>	54
Figura 27. <i>Programación en el software Logo V8.3</i>	54
Figura 28. <i>Conexiones eléctricas</i>	55
Figura 29. <i>Estructura del sistema</i>	56
Figura 30. <i>Colocación de la banda transportadora</i>	56
Figura 31. <i>Rampa guía para recipientes</i>	57
Figura 32. <i>Dosificadora de azúcar</i>	58
Figura 33. <i>Elementos eléctricos</i>	59
Figura 34. <i>Trasferencia de datos</i>	59
Figura 35. <i>Sistema automatizado</i>	60
Figura 36. <i>Primera prueba de funcionamiento</i>	62
Figura 37. <i>Segunda prueba de funcionamiento</i>	63
Figura 38. <i>Tercera prueba de funcionamiento</i>	63
Figura 39. <i>Cuarta prueba de funcionamiento</i>	64
Figura 40. <i>Quinta prueba de funcionamiento</i>	65
Figura 41. <i>Ultima prueba de funcionamiento</i>	66
Figura 42. <i>Diagrama Ladder parte 1</i>	73
Figura 43. <i>Diagrama Ladder parte 2</i>	73
Figura 44. <i>Diagrama Ladder parte 3</i>	74
Figura 45. <i>Diagrama Ladder parte 4</i>	74

Figura 46. <i>Diagrama Ladder parte 5</i>	75
Figura 47. <i>Diagrama Ladder parte 6</i>	75
Figura 48. <i>Diagrama Ladder parte 7</i>	76
Figura 49. <i>Diagrama Ladder parte 8</i>	76
Figura 50. <i>Diagrama Ladder parte 9</i>	77
Figura 51. <i>Diagrama Ladder parte 10</i>	77
Figura 52. <i>Diagrama de la base del sistema en AutoCAD</i>	78
Figura 53. <i>Diagrama de tolva en AutoCAD</i>	79
Figura 54. <i>Diagrama de túnel base en AutoCAD</i>	80
Figura 55. <i>Diagrama de rampa de recipientes en AutoCAD</i>	81

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Módulos lógicos del LOGO! V8</i>	43
Tabla 2. <i>Medición de voltaje y amperaje</i>	61
Tabla 3. <i>Características del motorreductor trifásico</i>	65

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad realizar el diseño y construcción de un sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable, respectivamente con actuadores controlados por un controlador lógico programable, también se implementa un HMI VK2043-NOEXR de la marca INVT para controlar y monitorear el sistema automatizado. Por lo tanto, para el desarrollo del módulo se utilizó información sobre la definición, características y beneficios de cada dispositivo eléctrico. Debido a que la importancia de la automatización en la industria permite una distribución altamente eficiente en el manejo de grandes y pequeños cantidades de producción. El proceso para posicionar la cinta transportadora es importante ya que es un sistema de transporte continuo, principalmente para carga y descarga. Por lo que, incluye una correa flexible unida a dos tambores giratorios operado por un motor. Posteriormente se efectuó la programación de control, ya que para controlar las señales emitidas por los sensores se ejecuta el software Arduino, donde contiene programación y tareas que deben proseguir cuando los datos se ingresan en la interfaz de usuario, también se utilizó el software LOGO Soft Comfort V8.3, para el desarrollo de la programación de los actuadores se debe tener en cuenta los terminales de entrada y salida del relé programable. Finalmente, se realizaron las pruebas para verificar el voltaje de entrada de trabajo de cada elemento. A través de esto se desarrollan conclusiones y recomendaciones que evidencian los beneficios de un sistema automatizado.

Palabras Clave:

Relé Programable, Lenguaje de Programación, HMI, Automatización

Abstract

This degree work has like purpose to carry out the design and construction of a container classification system controlled by a programmable relay, respectively with actuators controlled by a programmable logic controller, an INVT brand HMI VK2043-NOEXR is also implemented to control and monitor the automated system. Therefore, for the development of the module was used information about the definition, characteristics and benefits of each electrical device. Because the importance of automation in the industry allows a highly efficient distribution in the management of large and small quantities of production. The process for positioning the conveyor belt is important as it is a continuous conveying system, mainly for loading and unloading. So, it includes a flexible belt attached to two rotating drums operated by a motor. Later the control programming was carried out, since to control the signals emitted by the sensors the Arduino software is executed, where it contains programming and tasks that must continue when the data is entered in the user interface, LOGO Soft Comfort V8.3 software was also used, for the development of the programming of the actuators it must be taken into account the input and output terminals of the programmable relay. Finally, tests were carried out to verify the working input voltage of each element. Through this, conclusions and recommendations are developed that demonstrate the benefits of an automated system.

Keywords:

Programmable relay, Programming language, HMI, Automation

Introducción

Hoy en día, la automatización es común en la industria ya que este tiene diferentes beneficios importantes, por lo que es indispensable una gran cantidad de condiciones de aplicaciones para los procesos de producción, y para el control de la máquina y la recopilación de datos del sistema. Por lo tanto, en todo el mundo, la mayoría de las industrias cuentan con sistemas automatizados ya que esto permite implementar sistemas de seguridad con mayor precisión, al obtener un sistema de control de manera automática, por lo tanto, ayuda a la producción a no generar errores de ningún tipo ya que esto permite no tener detenciones en ningún momento para la industria.

En este módulo se ha implementado una interfaz hombre máquina que permite monitorear el sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable, lo cual se desarrollarán contextos de investigación del proyecto, también se presenta la base teórica que rige el sistema automatizado, que identifica dispositivos de control como motorreductores, sensores, variador de frecuencia y relé programable Logo DM8 230R que ayuda en la sección de control y potencia del sistema, la importancia de usar dispositivos de control es reducir costos para la parte industria.

La base de los sistemas automatizados permite a la empresa proporcionar una mejora de sus tiempos de producción de manera más efectiva y que permitan una activación lo más rápida y confiable posible. Por lo cual se implementa una pantalla HMI VK2043-NOEXR de la marca INVT siendo un medio de comunicación ya que a través de datos de recopilación se obtiene valores emitidos por los sensores. Por esta razón, el relé programable procesa sus señales para hacer una conversión escalada para finalmente comunicarse con el HMI, por lo que esto ayuda a conocer los beneficios de la automatización en varios sistemas industriales.

Antecedentes

Actualmente se vive en un mundo altamente competitivo, con un desarrollo tecnológico exponencial, los sistemas automatizados son una evolución de la mecanización en la industria lo describe Reyes et al., (2021) de la siguiente forma:

Los procesos de control y automatización inteligente vienen tomando fuerza en los últimos años, gracias al avance y desarrollo de la tecnología. Si bien desde la revolución industrial, se ha buscado la optimización de procesos y el ahorro en los costos de operación, las dinámicas actuales han impulsado la generación de diferentes mecanismos que incrementen los niveles de productividad y competitividad, incorporando sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados que están reemplazando la mano de obra. (p.1)

A nivel mundial la automatización y la tecnología están en un tiempos tan progresivos en la industria, donde se tiene procesos de innovación lineales y evolutivos, es necesario que las empresas se encuentren en la vanguardia de implementar y adaptarse a tecnologías cada vez más modernas como elementos eléctricos de control para así verse en la capacidad de atender a la demanda respectiva por otro lado, en Ecuador no se cuenta con este tipo de innovaciones tecnológicas e maquinarias debido a que su costo es muy elevado y la situación económica de nuestro país afectado a la mayoría de industrias como para adquirir maquinaria y tecnología nueva por lo tanto se está generando un módulo que ayudara a futuro a los estudiantes con el objetivo de que los estudiantes saquen y mejoren la tecnología e maquinaria que serán aplicadas en la industria.

Dado a que la industria necesita automatizar sus sistemas cada vez es más necesario disponer de elementos eléctricos inteligentes para realizar el control o tener una supervisión remota, tanto de procesos de fabricación, como de almacenamiento o distribución por lo tanto

hacen uso de equipos capaces de controlar la producción como relé programable lo describe Tantignone et al., (2021) de la siguiente forma:

El controlador lógico programable nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto, se puede decir que un PLC no es más que un sistema electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra. Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria aproximadamente en 1960. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. (p.5)

Actualmente, existen diferentes técnicas de control que se pueden utilizar para controlar un sistema automatizado, como relés programables, sensores y actuadores. Un gran número de industrias en nuestro país aún no han logrado competir en el mercado internacional ya que los costos de obtener un sistema automatizado son muy altos y esto perjudica a tener una producción de calidad y cantidad. Por lo tanto, la importancia de obtener un relé programable beneficia en la parte industria ya que es un dispositivo no muy costoso para la industria y también ayuda aprovechar las ventajas de un sistema automatizado a través de una programación.

Justificación

La razón primordial para el desarrollo de este proyecto es colaborar con la investigación en base a la nueva tecnología y mejoras para la industria, relacionados con este caso de sistemas automatizados. Por lo que, la industria busca mejorar la productividad operativa, como es la calidad y cantidad lo que lleva a la búsqueda de nuevos dispositivos tecnológicos y mecánicos que puedan mejorar el proceso de fabricación para los sistemas automatizados, lo que significa que actualmente en el Ecuador los elementos más utilizados para el sistema de control son relé programables o PLC ya que su lenguaje de programación es fácil de reconocer. En la industria es fundamental que los procesos sean eficientes para en sistema automatizado.

El logo es un controlador lógico programable de bajo costo que es fácil de instalar y programar a través del LOGO Soft Comfort V8,3, ya que ocupa poco espacio en el panel de control, no requiere mayor mantenimiento y tiene un bajo consumo de energía por lo que es uno de los dispositivos más utilizados en parte industria, también es diseñado para tareas básicas de automatización como es el sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable. Este equipo ayuda a optimizar en gran medida los procesos industriales y así permite tener un sistema más automatizado.

El presente trabajo de titulación tiene por objetivo ayudar a que los estudiantes de tecnología electromecánica desarrollen más prácticas en los laboratorios, por lo que estimularán sus habilidades ya que esto les ayudara a incluir fácilmente componentes y equipos industriales, mediante un módulo didáctico a que los estudiantes tengan más oportunidades de aprendizaje y se relacionen con elementos eléctricos para la área industrial, los mismos que se encuentran en los diferentes procesos del sector industrial, por lo cual se puede establecer una ayuda para la formación del estudiante tecnólogo.

Objetivos

Objetivo General

Construir un sistema de control por medio de la aplicación de relé programable aplicado en un sistema de clasificación de recipientes en el Instituto tecnológico superior vida nueva, en el periodo académico octubre 2021 - marzo 2022.

Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento de los componentes que intervienen en un sistema de control, definiendo las características de los elementos que se van a utilizar.
- Diseñar el diagrama ladder del sistema eléctrico y la programación del relé programable usando el software LogoSoft V8.3.
- Comprobar el funcionamiento del sistema de clasificación, considerando el control de los actuadores desde un interfaz humano máquina.

Marco Teórico

Banda Transportadora

La definición de la banda transportadora lo describe Hernández et al., (2021) de la siguiente forma:

La banda transportadora es uno de los sistemas de transporte más utilizados en el siglo XXI, pero en realidad se dio a conocer a finales de los años cincuenta y a principios de los sesenta, debido a la Curtiduría Lorenzo Chiorino, que desde 1906 empezó su investigación en el curtido de cuero y esto permitió el desarrollo de artículos de diferentes sectores; es así como después de un tiempo, se da a conocer la banda transportadora que en los años setenta se convertiría en un componente fundamental para el movimiento de productos en todos los sectores industriales, ya que el producto puede ser desplazado a una gran distancia sin que éste sufra algún daño. (p.2)

Las bandas transportadoras en el área industrial son muy utilizadas porque es uno de los sistemas más eficientes y flexibles, ya que es capaz de afrontar largas distancias, adaptarse fácilmente a cualquier situación y, sobre todo tener la capacidad de transportar muchas cargas de diferentes tipos de productos.

Figura 1.

Banda transportadora



Nota. La construcción de una banda transportadora en la industria es algo esencial. Tomada de (Aetic.es, 2018).

Tipos de banda transportadora

Las aplicaciones de los tipos de banda transportadora Hernández et al., (2021) lo describe de la siguiente forma:

Bandas transportadoras de goma: Este tipo de bandas sirven para agilizar el transporte. En éstas se emplean perfiles transversales y bordes de contención. Banda lisa: Para transporte horizontal o de poca inclinación. Banda nervada: Para instalaciones de elevado ángulo de transporte. Banda rugosa: Alto coeficiente de rozamiento para transporte horizontal y/o inclinado de productos manufacturados generalmente (García, s.f.). Bandas transportadoras de PVC: Éstas se utilizan principalmente para transportar cerámica y otros productos. Bandas transportadoras modulares: Son fabricadas principalmente de materiales como polietileno, polipropileno. (p.12)

Los tipos de banda transportadora ayudan a maximizar la productividad y reducen el trabajo innecesario en el área industrial, por lo que permite tener una distribución más eficiente a pequeñas y grandes escalas, al tiempo que reduce los tiempos de espera y almacenamiento de cada producto.

Figura 2.

Tipos de banda transportadora

TIPO DE BANDA	CONSTRUCCIÓN	CARACTERÍSTICAS	APLICACIONES
RODILLO- EXTREMOS ABERTOS	 Rodillo con extremos abiertos y nervado	Menor peso, menor esfuerzo de arrastre y mantenimiento	Transportación de arena, minerales de construcción y demoliciones
ANCHA	 Banda	Menor peso, menor costo de montaje en ancho de banda diverso	Proceso de transporte en aplicaciones industriales de transporte de arena
PLANA	 Rodillo con extremos abiertos	Reducción de ancho y altura	Eliminación de ruidos y transporte de arena
BANDA FLEX	 Banda con nervaduras en la parte superior	Menor peso, menor costo de montaje	Menor consumo de potencia en aplicaciones de gran capacidad
SLEEVE	 Banda con nervaduras en la parte superior	Menor peso, menor costo de montaje	Menor consumo de potencia en aplicaciones de gran capacidad
GRABO ALIMENTICIO	 Banda con nervaduras en la parte superior	FoodClean®, CarberClean®, FoodClean®, bandas de caucho, banda verde	Transporte de alimentos

Nota. Para la selección de la banda hay que tomar en cuenta para que utilidad se le va a dar. Tomada de (A y J Trasmisiones y Equipos, 2018).

Ventajas y desventajas de la banda transportadora

Las ventajas y desventajas de la banda transportadora lo describen Ocejo & Berlén, (2017) de la siguiente forma:

Ventajas: Versatilidad, es capaz de trabajar con una gran diversidad de materiales y productos, que van desde minerales, insumos agrícolas, productos terminados, e incluso personas. Capacidad para cubrir grandes distancias. Capacidad de adaptarse a diversos terrenos, esto incluye zonas geográficas con irregularidades, pues la banda transportadora tiene ángulos de inclinación de transporte. Capacidad para operar en todo tipo de ambientes, desde seco, húmedos, salinos e incluso con altas temperaturas. Capacidad de desplazar grandes volúmenes de material de forma continua. Escasa o ninguna necesidad de personal para que esta pueda estar trabajando. Sistema flexible, es decir puede de ser el caso realizar giros, no precisamente va siempre en línea recta. Versatilidad, pueden operan en cadenas de montaje, transporte en la industria, carga/descarga en puertos aéreos y marítimos, hospitales y centros comerciales como rampas de acceso, tiendas de comestibles, estaciones de esquí, etc. Reduce la mano de obra mejorando la eficiencia. Confiabilidad y disponibilidad. Bajos costos de mantenimiento. No altera el producto transportado. Es posible la carga y la descarga en cualquier punto del trazado. Ausencia de articulaciones de rápido desgaste.

Desventajas: Depende de motores, eso significa que, si no hay electricidad haría difícil su funcionamiento. Una falla en la línea de transporte puede detener toda la producción. (p.30)

Las ventajas de la banda transportadora ayudan a mejorar las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores, por lo tanto, puede tener una precisión y reducción de posibles errores que acarrea la mano de obra.

Elementos, partes y componentes

La banda transportadora consiste principalmente de tambores, rodillos, bastidor y tensores esto lo describe Ocejo & Berlén, (2017) de la siguiente forma:

El Bastidor: El bastidor es una estructura metálica cuya función es soportar las cargas de material, la banda, tambores y demás elementos. Se compone por los rodillos, ramales o largueros superiores e inferiores, soporte para grupos motrices principalmente.

Tambores: Son elementos mecánicos de forma cilíndrica, generalmente de acero, cuyo fin es transmitir el movimiento generado por el motor a la banda transportadora, mediante la fuerza de fricción que se ejerce entre las superficies de la banda y el tambor.

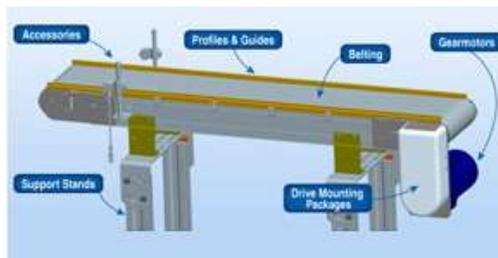
Rodillos: Los rodillos son elementos móviles de geometría cilíndrica sobre los cuales descansa la banda, su objetivo es reducir la fricción de la banda y facilitar su movilidad, su funcionamiento es similar al de los rodamientos en los sistemas mecánicos y persiguen el mismo fin. Si el giro de los rodillos es deficiente, aumenta la fricción, el consumo de energía y aumenta el desgaste del recubrimiento de la banda acortando su vida útil de servicio.

Tensores: El tensor correctamente calibrado impide el patinaje de la banda, la banda al ser un elemento a tracción con el tiempo tiende a aumentar su longitud y perder la tensión inicial, el tensor contempla esto y puede reajustarse para mantener la tensión, además en casos de que tenga una configuración de V, artesa o similares evita derrames y que el ramal inferior pueda topar el suelo. (p.40)

Es importante conocer los componentes de la banda transportadora ya que otorga diferentes características como rigidez, resistencia a agentes externos, por lo cual, permite asegurar la vida útil de la banda transportadora.

Figura 3.

Partes de la banda transportadora



Nota. Las partes de la banda transportada son importantes para garantizar el transporte seguro y rápido de materiales. Tomada de (C & A Systems , 2019).

Parte del Rodillo. Las partes de los rodillos para una banda transportadora lo describe Ocejo & Berlén, (2017) de la siguiente forma:

Rodamientos: Se colocan en sus extremos y su función es facilitar la rotación del cilindro. Principalmente se usan rodamientos de bolas y cónicos, los rodamientos de bolas pueden soportar cargas velocidades y tiempos de trabajo mayores, poseen un bajo coeficiente de fricción, por su parte los rodamientos cónicos pueden soportar mayores cargas, pero su coeficiente de fricción es más alto. **Eje:** Fabricado en acero cementado generalmente, es la parte donde se asienta los rodamientos.

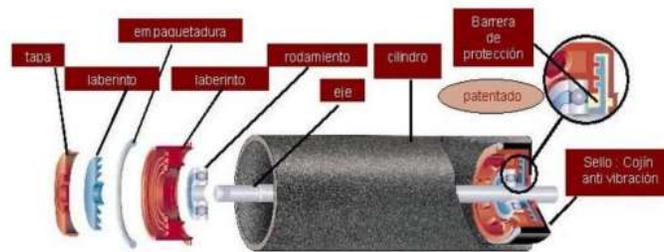
Cuerpo del rodillo: Se conforma por el tubo cilíndrico y los cubos en sus extremos, en la actualidad se fabrican totalmente de acero, son ligeros y constituyen la mayor parte del cilindro.

Sistema de Estanqueidad: Se forma por un conjunto de juntas de fricción, es tan importante este sistema porque determina el tiempo de vida del rodillo. (p.44)

Los componentes del rodillo son importantes ya que este transmite da movimiento a la cinta transportadora a través de elementos modulares, como el rodillo que está formado por un eje giratorio y un rodamiento que permite el movimiento de la pieza.

Figura 4.

Partes de rodillo



Nota. Las partes del rodillo es un componente muy importante ya que esto trasmite la fuerza del motor a la cinta. Tomado de (Automatización y Robótica Industrial , 2017).

Motores Eléctricos

La definición de los motores eléctricos lo describe Arévalo (2020) de la siguiente forma:

Un motor eléctrico transforma la energía eléctrica en mecánica esta operación se desarrolla introduciendo una corriente en la maquina por medio de una fuente externa, que pasan por las bobinas del estator que inducen corriente al bobinado del rotor dentro del motor generando un campo magnético produciendo un movimiento de la máquina, entonces aparecerá la fuerza electromotriz. (p.21)

Los motores eléctricos generan un campo magnético a través de las bobinas en el interior del motor, permite tener una fuerza mecánica por lo que es uno de los elementos más utilizados en el ámbito industrial.

Figura 5.*Motores eléctricos*

Nota. Los motores eléctricos también son unos de los componentes más utilizados en el área industrial. Tomado de (HVH Industrial Solutions, 2017).

Tipos de motores

Hay dos tipos de motores eléctricos de corriente continua y alterna esto lo describe Viego et al., (2018) de la siguiente forma:

Motores de corriente continua: Los motores de corriente continua como los demás motores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica, la diferencia que estos motores necesitan una fuente de alimentación diferente a la que suministra la empresa eléctrica, por ello utilizan equipos rectificadores de potencia con los cuales la corriente alterna es convertida en continua.

Motores de corriente alterna: Los motores de corriente alterna son los que comúnmente se utiliza en la industria a dada la ventaja que funcionan con la corriente que suministra la empresa eléctrica, no necesitan de rectificadores y debido a estas condiciones los costos bajan. (p.18)

Los tipos de motores eléctricos se diferencian en la forma en que generan un campo magnético, es decir la distribución de la energía eléctrica que se realiza mediante corriente alterna, por lo que es la más utilizada en el área industrial. Por otro lado, un motor de corriente directa

necesita una fuente directa, es decir, una corriente ordenada que siempre vaya en la misma dirección.

Figura 6.

Tipos de motores eléctricos



Nota. Los tipos de motores más utilizados en el área industrial son los motores trifásicos y por otro lado también se utilizan motores reductores para las bandas transportadoras. Tomado de (Roydisa, 2017).

Características

Las características de los motores eléctricos lo describen Farina (2018) de la siguiente forma:

En la placa de las características de los MET se dan los parámetros electromecánicos constructivos fundamentales y las condiciones nominales de funcionamiento, todo ello según ha sido diseñado, respondiendo a una determinada norma: IRAM, IEC o NEMA, según se trate. Cuando se hace referencia a estos parámetros, es necesario conocer la norma que los ampara, ya que hay diferencias importantes entre ellos según sea la que se adopte.

En general una placa característica contiene los siguientes datos: Marca, Modelo, Número de serie, Norma de fabricación, Tensión nominal, Corriente nominal, Frecuencia nominal, Potencia eléctrica, Forma constructiva, Velocidad, Factor de potencia, Grado de protección mecánica y Clase térmica del aislamiento. (p.1)

Las características de un motor son muy importantes ya que así se puede elegir los elementos correctos para las protecciones del motor por otro lado en la industria se utiliza diferentes motores por lo que las características son muy importante para la elección de cada sistema.

Motorreductor

La definición y el funcionamiento del motorreductor que se utilizó lo describe Gutierrez & Quispe (2017), “los motorreductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesitan reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura” (p.27). El motorreductor se utiliza en procesos industriales para reducir la velocidad, esto lo logra gracias a la caja de engranajes que contiene en su interior por lo tanto ayuda a manipular la velocidad de entrada para así produce tener una velocidad de salida diferente permitiendo que la máquina consiga una velocidad adecuada, también ayuda a evitar daños a los equipos en los que se encuentren acoplado.

Figura 7.

Motorreductor



Nota. Los motores reductores son los más utilizados ya que se puede cambiar la velocidad gracias a su caja reductora. Tomado de (Roydisa, 2019).

Variador de Frecuencia

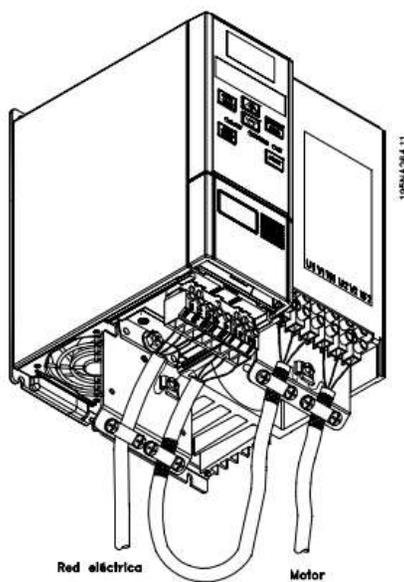
La definición de un variador de frecuencia lo describe González et al., (2021) de la siguiente forma:

Los convertidores de frecuencia son equipos electrónicos que realizan un control variable ilimitado de las r/min de motores de CA. El convertidor de frecuencia controla la velocidad del motor convirtiendo la tensión y la frecuencia normales de la red, de, por ejemplo, 400 V/50 Hz, en magnitudes variables. Hoy en día, los motores de CA controlados mediante convertidores de frecuencia son un elemento normal de todas las instalaciones automatizadas. (p.9)

El variador de frecuencia permite controlar el motor regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor entre un 20 y un 70%, para el variador de frecuencia se puede programar manualmente, esto se logra gracias a los códigos de su interior.

Figura 8.

Variador de Frecuencia



Nota. El variador de frecuencia ayuda a regular los rpm del motor. Tomado de (Danfoss, 2016).

Beneficios e inconvenientes

Los beneficios e inconvenientes del variador de frecuencia lo describen Cevallos & Mesías (2019) de la siguiente forma:

Beneficios: Se puede programar un arranque suave, parada y freno (funciones de arrancador progresivo), amplio rango de velocidad, par y potencia. (Velocidades continuas y discretas), puede controlar varios motores, factor de potencia unitario, protección integrada del motor, entre otras, no tiene elementos móviles, ni contactos, la conexión del cableado es muy sencilla, permite el control de rampas de aceleración y deceleración regulables en el tiempo, puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida de un equipo, protege al motor, puede controlarse directamente a través de un autómatas o microprocesador, se obtiene un mayor rendimiento del motor.

Inconvenientes: Es un sistema caro, pero rentable a largo plazo, requiere estudio de las especificaciones del fabricante, requiere un tiempo para realizar la programación. (p.44)

Los beneficios de un variador de frecuencia en la industria es que permite el control manual y programado del motor, además permite reducir hasta en un 60% el consumo de energía al arrancar del motor lo cual favorece en dar movimiento requerido a la banda transformadora.

Contactor

La definición del contactor lo describe Delgado (2018) de la siguiente forma:

El contactor mediante unos mecanismos puede abrir y cerrar un circuito eléctrico, estos elementos pueden ser accionados por diferentes tipos de energía con las cuales pueden interrumpir la circulación de la corriente en condiciones normales de un circuito, también puede interrumpir corrientes cuando un circuito está en sobrecarga. (p.15)

Un contactor es un dispositivo capaz de cortar la corriente, por otro lado, una de sus ventajas es que puede activar una carga de alto voltaje con una pequeña señal de control, haciendo posible arrancar y controlar la electricidad del sistema.

Figura 9.

Contactores



Nota. El contactor ayuda como protección para el motor ya que este es el que ayuda activar y desactivar. Tomado de (SIEMENS, 2017).

Relevadores Electromagnéticos

La definición de los relevadores electromagnéticos lo describe Flores et al., (2018), “Este relé tiene un par de contactos con un punto común (contactos normalmente cerrados o contactos abiertos), al accionarse la bobina este mueve de punto común de tal manera que, los contactos abiertos se cierran y los cerrados se abren” (p.24). Los relés electromagnéticos pueden proteger elementos eléctricos, por lo que este dispositivo al llegar corriente a la bobina se puede abrir o cerrar el contacto mediante electroimanes del relé.

Controlador Lógico Programable

La definición de un controlador lógico programable lo describe Jacho (2017) de la siguiente forma:

Es un relé lógico programable, perteneciente a la familia de los PLC's de baja gama, es utilizado para la implementación de control en pequeños proyectos de automatización. Está compuesto por un módulo básico y módulos de expansión que se van conectando dependiendo del número de entradas y salidas. (p.19).

El controlador lógico programable es un dispositivo que detecta diferentes tipos de señales de un sistema automatizado, también desarrolla y envía acciones en base a lo programado a través del software LOGO, por lo que es un dispositivo muy utilizado para la automatización de máquinas, se utiliza para controlar pequeños proyectos de automatización. Consta de un módulo base y módulos de expansión conectados con su número de entradas y salidas.

Figura 10.

Relé programable



Nota. Un relé programable es un dispositivo que detectan diferentes tipos de entradas y salidas.

Tomado de (Interempresas Roydisa , 2018).

Ventajas y desventajas

Las ventajas y desventajas del relé programable lo describen Trujillo et al., (2019) de la siguiente forma:

Ventajas: Los materiales para realizar un proceso se reducen significativamente. Posibilidades de introducir modificaciones sin realizar un nuevo cableado. Utiliza un espacio reducido en el tablero donde se instalará. Menos costo en mano de obra al momento de instalar. Reduce costos de mantenimiento. Menor tiempo en la fabricación de productos. Puede manipular varias máquinas.

Desventajas: Personal calificado, esto requerirá que un técnico de donde se vaya a instalar sea capacitado. El costo inicial es elevado. (p.24)

Los relés programables son de gran ayuda en el ámbito industrial ya que permiten controlar todos los componentes disponibles comercialmente, como actuadores y sensores utilizados, siempre que sean compatibles con la tecnología utilizada, ya que permite reducir los costos para la industria.

Diferencia entre el automatismo eléctrico y el automatismo programable

La diferencia entre el automatismo eléctrico y programable lo describe Allauca & Ashqui, (2019) de la siguiente forma:

Automatismo eléctrico: El automatismo eléctrico considera o tiene como parte fundamental la lógica cableada, es decir, que se necesita de elementos electromecánicos que se comuniquen mediante cables.

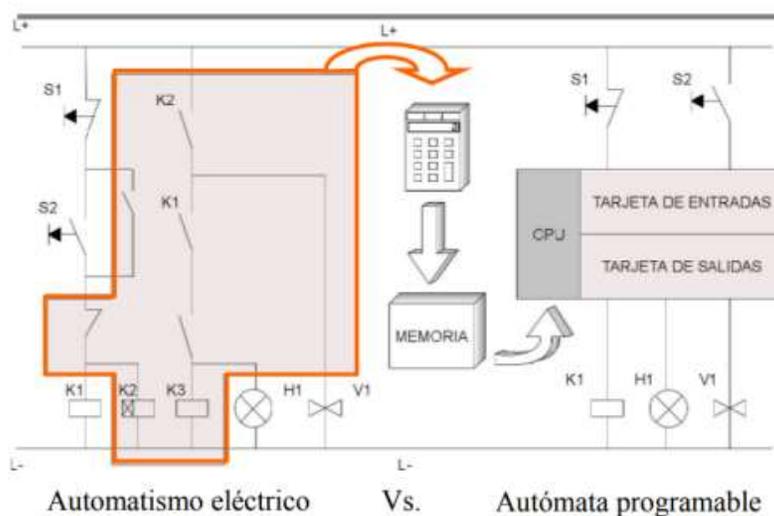
Autómata programable: El autómata programable es mucho más simple y económico, debido a que estos poseen entradas y salidas. Las entradas permiten adquirir información procedente de los sensores acerca del estado actual de los procesos, mientras

que las salidas son canales que permiten enviar órdenes mediante el autómata programable. (p.51).

La automatización eléctrica y la automatización programable tienen la capacidad de realizar tareas repetitivas y controlar ciertas operaciones sin la intervención del operador, esto se puede lograr a través de dispositivos de control.

Figura 11.

Automatismo eléctrico y automatismo programable



Nota. Los tipos de automatización ayuda a reducir los costos en el área industrial. Tomado de (Ortega, 2014).

Sistema de control

La definición y el funcionamiento del sistema de control lo describe Balcells et al., (2017) de la siguiente forma:

La finalidad del sistema de un sistema de control es aprovechar al máximo las variables que proporcionan una planta, sistema, maquinas, etc., (a estas variables se las conoce como salidas) estas variables son gobernadas con la finalidad que el operador no intervenga de manera directa con los elementos de salida. (p.5)

El sistema de control es importante en el montaje de equipos eléctricos porque la función de un sistema es administrar o regular la forma en que funciona los sistemas eléctricos para así evitar problemas en la industria.

Figura 12.

Sistema de control



Nota. Un sistema de control es algo importante ya que desde ahí se puede controlar todo el sistema automatizado. Tomado de (AUTYCOM, 2019).

¡Logo! Siemens DM8 230R

La definición del Logo Siemens lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

La implementación de este módulo es usada para máquinas y sistemas automáticas sencillos, pero se debe tomar en cuenta que también se puede automatizar edificios y otros sectores en la industria que requieran ser automatizados. LOGO 8, es el exitoso módulo lógico, este equipo cuenta con nuevas características, así como es un nuevo display y completas opciones de comunicación vía Ethernet. Además, con la facilidad de tener un servidor web integrado es mucho más sencillo. Este módulo lógico universal de Siemens incorpora: Controles, Panel de mando, Fuente de alimentación, Interfaz para módulos de ampliación, Interfaz para una tarjeta microSD, Interfaz para un visualizador de textos (TDE) opcional, Temporizadores, Marcas digitales y analógicas, Entradas y salidas en función del tipo de dispositivo. (p.355)

El LOGO Siemens ayuda a la automatización industrial ya que reduce el cableado del panel y permite más conexiones de entrada y salida. Además, es mucho más fácil de mantener en caso de modificación y para el funcionamiento manual dispone de un mando que se vincula a la pantalla.

Estructura del Logo Siemens DM8 230R

La estructura del relé programable lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

El LOGO es conocido como un módulo lógico inteligente, de esta manera se puede implementar el control en la micro automatización. El montaje de este equipo es muy sencillo. El LOGO cuenta con un software muy sencillo para realizar las programaciones.

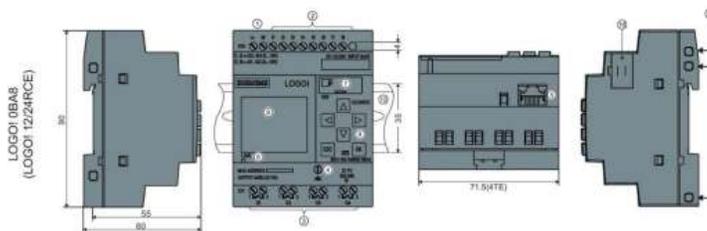
La estructura del Logo Siemens son los siguientes: Fuente de alimentación, Entradas, Salidas, Borne FE para conectar la toma de tierra, Interfaz para conexión a Ethernet, LED de estado de la comunicación Ethernet, Slot de tarjetas microSD, LCD, Panel de control, Interfaz de ampliación, Conectores hembra de codificación mecánica, Perfil normalizado.

(p.18)

Los relés programables permiten realizar funciones específicas como controlar y señalar sistemas eléctricos, por otro lado, conocer la estructura de un dispositivo ayuda a saber la cantidad de entradas y salidas dispone.

Figura 13.

Estructura del Logo Siemens



Nota. La estructura del relé programable es algo importante para la selección de los componentes de protección. Tomado de. (SIEMENS, 2017).

Montar LOGO

El montaje del Logo Siemens lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

Al montar y cablear es importante tomar en cuenta diferentes parámetros importantes: Vigile siempre que el cableado del LOGO cumpla todas las reglas y normas vigentes. Desconecte siempre la alimentación antes de cablear, montar o desmontar un módulo. Utilice siempre cables con una sección adecuada para la respectiva intensidad. No apriete excesivamente los bornes de conexión. Al tender los cables es importante que los mismos sean lo más cortos posibles. Si se requieren cables más largos, utilice modelos apantallados. Tienda siempre los cables por pares, es decir, un conductor neutro más un conductor de fase o una línea de señales. (p.27)

El montaje del relé programable ayuda a tener en cuenta las conexiones ya que la parte operativa es la que actúa directamente sobre la máquina, son todos los elementos que componen la máquina, como son los accionadores y actuadoras.

Cablear el LOGO

El cableado del relé programable Siemens lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

Para cablear el LOGO utilice un destornillador con un ancho de hoja. Para los bornes no se requieren punteras.

Conectar las entradas del LOGO: Las entradas que se conectan al módulo por lo general son sensores, estos pueden ser los pulsadores, interruptores, barreras de luz, interruptores crepusculares, etc.

Conexión de las salidas: El LOGO dispone de salidas de relé. Los contactos de los relés están aislados galvánicamente de la fuente de alimentación y las entradas.

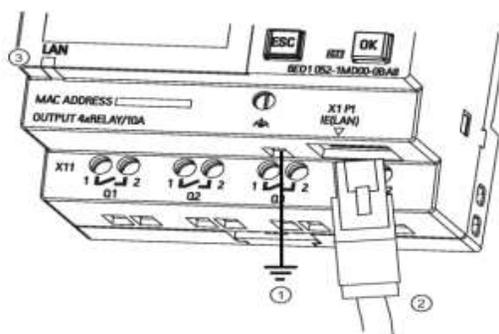
Conectar la interfaz Ethernet: Debido a las interferencias electromagnéticas es importante saber que se requiere minimizar este efecto, para esto se usa un cable Ethernet apantallado estándar de categoría 5.

Conectar: Conecte a tierra el borne FE y conecte un cable de red a la interfaz Ethernet. (p.50)

Un controlador lógico programable es un sistema de control informático industrial que supervisa continuamente el estado de los dispositivos de entrada y toma decisiones personalizadas basadas en programas para controlar el estado de los dispositivos de entrada, como sensores y pulsadores.

Figura 14.

Conexión del Logo



Nota. Conexiones del relé programable es importante ya que así se puede local comunicar una pantalla HMI a través de Ethernet. Tomado de (SIEMENS, 2017).

Programar Logo

La programación del Logo Siemens lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

Al momento de realizar la programación en el LOGO se usará el software propio del equipo, con el cual se puede crear, comprobar modificar, guardar e imprimir los programas fácilmente y de manera rápida al PC.

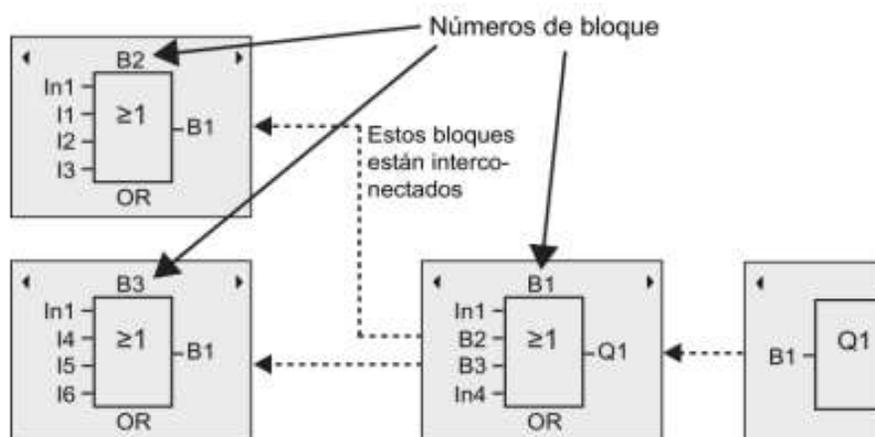
Bloques y números de bloque: Un bloque en LOGO es una función que sirve para convertir información de entrada en información de salida. Antes era necesario cablear los distintos elementos en un armario eléctrico o una caja de bornes. Al crear el programa debe interconectar los bloques. Los bloques más elementales son las operaciones lógicas: AND, OR, Estas funciones especiales son mucho más eficientes, Relé de impulsos, Contador adelante/atrás, Retardo a la conexión, Tecla programable.

Asignación de un número de bloque: El logo utiliza el nombre de los bloques para poder identificar las conexiones unos con otros, estos números sirven básicamente para la asignación o la correcta orientación en el programa. (p.64)

Un controlador lógico programable es un sistema de control de computadora industrial que monitorea continuamente el estado de los dispositivos de entrada y toma decisiones basadas en un programa personalizado para controlar el estado de los dispositivos de entrada por lo que se puede programar de manera manual con interconexiones por bloques.

Figura 15.

Interconexión de bloques



Nota. Para programar manualmente se debe hacer una interconexión de bloques. Tomado de (SIEMENS, 2017).

Software Logo

El software de relé programable lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

El software de logo se denomina LOGO soft Comfort este programa es de gran utilidad para la fácil programación del relé programable. Dentro de las funciones: Simulación del programa en el PC, Creación e impresión de un esquema general del programa, Creación de una copia de seguridad del programa en el disco duro, Comparación de programas, Configuración fácil de bloques, Transferencia del programa en ambos sentidos del LOGO al PC y del PC a LOGO, Lectura del contador de horas de funcionamiento, Ajuste de la hora, Cambio de horario de verano/invierno, Inicio y parada de la ejecución del programa vía el PC (cambio entre los modos RUN y STOP), Comunicación de red. (p.315)

El software de programación LOGO permite simular ya que recibe información de los sensores conectados o dispositivos de entrada, por otro lado, las fallas se pueden corregir a través del software y gracias a eso se puede ver cómo funcionará el sistema simplemente simulando en el software.

Ventajas del software

La ventaja del relé programable lo describe Siemens (2017) de la siguiente forma:

Como puede ver, LOGO Soft Comfort ofrece muchas ventajas: Crea el programa en el PC, Simula el programa en el PC y verificar sus funciones antes de implementarlo realmente en el sistema, Inserta comentarios en el programa y realizar copias impresas, Guarda una copia del programa en el sistema de archivos del PC para modificarlo directamente allí, Pulsando unas pocas teclas puede transferir el programa a LOGO. (p.320)

La ventaja de usar un software es que puede almacenar y procesar datos muy fácilmente, por otro lado, puede reemplazar muchos de los cables de conexión necesarios para el control por cable y permite monitorear el sistema automatizado desde el software.

Tipos de Lenguajes de Programación

Los tipos de lenguaje lo describe Bermeo (2017) de la siguiente forma:

Lenguaje Ladder: También conocido como lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Diagrama de funciones (FBD): Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) de forma que se asemeja a un circuito lógico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque. (p.31)

Los tipos de lenguaje de programación permite comunicarse con las computadoras a través de algoritmos en este caso el lenguaje de comunicación para el relé programable es más utilizado en la industria es el Ladder, ya que es más fácil interpretar sus conexiones para el sistema.

Tipos de Módulos de Expansión.

Los tipos de módulos de expansión lo describe Roper et al., (2019) de la siguiente forma:

Módulos de entrada/salida discretos: Controlar problemas con secuencias de señales discretas es uno de los hechos más comunes en la industria, por esto es el tipo de módulo

más utilizado. Un sensor de señal discreta tiene solo dos estados: ON / OFF, abierto/cerrado, funcionando/detenido, etc.

Módulos de entrada/salida analógicos: Aunque los PLC fueron originalmente diseñados para manejar señales discretas, a menudo existe la necesidad de manejar señales continuas. Estas señales pueden estar representadas por infinitas cantidades de valores.

(p.13)

La importancia de los módulos de expansión es que permiten aumentar la cantidad de entradas y salidas, por otro lado, estos módulos se utilizan cuando su capacidad no cumple con los requerimientos de una aplicación de automatización.

Tabla 1.

Módulos lógicos del LOGO! V8

Nombre	Alimentación	Entradas	Salidas
Logo DM8 12/24R	12/24 VDC	4 digitales	4 tipo relé (5A)
Logo DM8 24	24 VDC	4 digitales	4 estado sólido 24V/0.3A
Logo DM8 24R	24 VDC/VAC	4 digitales	4 tipo relé (5A)
Logo DM8 230R	115 VAC/VDC 240 VAC/VDC	4 digitales	4 tipo relé (5A)
Logo DM16 24	24 VDC	8 digitales	8 estado sólido 24V/0.3A
Logo DM16 24R	24 VDC	8 digitales	8 tipo relé (5A)
Logo DM16 230R	115 VAC/VDC 240 VAC/VDC	8 digitales	8 tipo relé (5A)
Logo AM2	12/24 VDC	2 analógicas 0V – 10V 0.4 mA – 20 mA	Ninguno
Logo AM2 RTD	12/24 VDC	2 PT100 o 2 PT1000	Ninguno
Logo AM2 AQ	24 VDC	Ninguno	2 analógicas 0V – 10V 0.4 mA – 20 mA

Nota. Los tipos de módulos de expansión ayudan a tener más entradas y salidas digitales o analógicas.

Sensor de Proximidad Capacitivo

El funcionamiento de los sensores capacitivos lo describe Guerrero (2019) de la siguiente forma:

Las sustancias metálicas y las no metálicas, tanto si son líquidas como sólidas, disponen de una cierta conductividad y una constante eléctrica. Los sensores capacitivos detectan los cambios provocados por estas sustancias en el campo eléctrico de su área de detección. Se observa que hay un campo estático provocado por el oscilador del sensor, ya que está situado detrás del electrodo de base. Cuando un objeto irrumpe en este campo el oscilador se conecta. Durante ese periodo de encendido y apagado del oscilador, la evaluación de los cambios da información exacta sobre el objeto. (p.29)

Son sensores eléctricos, que reaccionan ante cualquier tipo de material. Como tal, el sensor es esencialmente un interruptor electrónico que funciona sin contacto, ya que materiales como el plástico y el metal aumentan la capacitancia del sensor cuando se encuentran en un campo eléctrico, lo que le permite funcionar.

Figura 16.

Sensores capacitivos



Nota. El sensor capacitivo NPN permite detectar materiales metálicos y no metálicos. Tomado de (Novatronic, 2020).

Partes Eléctricas

Las partes eléctricas lo describe López et al., (2018) de la siguiente forma:

Corriente Eléctrica: Es un conjunto de cargas eléctricas, es decir es el flujo de electrones que se mueven en el seno de un material conductor, para que se produzca el movimiento es vital que entre los dos extremos del conductor exista una diferencia de potencial eléctrico.

Intensidad: La intensidad es la cantidad de carga eléctrica o electricidad que circula por un conductor.

Resistencia: La resistencia es la capacidad que tiene un conductor para impedir el paso de la corriente eléctrica.

Voltaje: El voltaje o tensión tiene su significado como la magnitud física que, dentro de un circuito eléctrico, impulsa electrones a lo largo del conductor, esto quiere decir que conduce la energía eléctrica con mayor o menor potencia. (p.47)

La automatización ha facilitado mucho la vida, haciendo posible realizar y controlar ciertas acciones a realizar una y otra vez sin intervención humana, esto es posible gracias a partes eléctricas y dispositivos electrónicos.

Bases Portafusibles

La definición de las bases portafusibles lo describe Según Reinel & Velásquez (2019) de la siguiente forma:

Son utilizados para protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos que se generan en las líneas eléctricas y para protección de motores e instalaciones eléctricas. Entre sus características principales están, que garantizan la desconexión, pero no son apropiados para aislamiento. (p.48).

El portafusibles se utiliza para hacer más seguro el sistema eléctrico ya que tiene un fusible instalado en su interior por lo que se puede utilizar un fusible de diferente amperaje para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos.

Figura 17.

Bases portafusibles



Nota. Las bases portafusibles ayuda a proteger los componentes eléctricos a través de cortocircuitos. Tomado de (CEYESA, 2018).

Arduino

La definición del Arduino lo describe Borbor et al., (2021) de la siguiente forma:

El Arduino es una plataforma electrónica de código abierto a base de un microcontrolador que posee un hardware y software con un sistema de desarrollo fácil de usar. La función que debe cumplir es realizar el proceso de control de los grupos motrices, banda transportadora, brazo clasificador y actuadores en función de los datos que aporten los sensores. (p.24)

Arduino es uno de los componentes menos utilizados en el campo industrial ya que es un componente muy sofisticado que depende de una placa de circuito simple con entradas y salidas, por otro lado, es un dispositivo que conecta el mundo físico con el mundo virtual, o un mundo

digital análogo, de modo que pueda usarse para desarrollar elementos independientes o para conectarse a otros dispositivos o para interactuar con otros programas.

Figura 18.

Arduino



Nota. El Arduino es una placa que contiene entradas y salidas analógicas y digitales. Tomado de (ARDUINO, 2017).

Ventajas y desventajas

Las ventajas y desventajas del Arduino lo describen Borbor et al., (2021) de la siguiente forma:

Ventajas: Bajo costo, fácil adquisición, fácil implementación, código abierto, gran número de E/S tanto analógicas como digitales.

Desventajas: Necesita una etapa de potencia si se usa a nivel industrial, bajo procesamiento de datos, no soporta un sistema operativo completo. (p.87)

La ventaja de Arduino es que hace que los procesos industriales más complejos sean más confiables, esto se puede lograr gracias a la tarjeta microcontroladora disponible para Arduino, de

lo contrario este dispositivo no es muy utilizado en la industria debido a que no puede soportar voltajes muy altos.

Sensor de Color

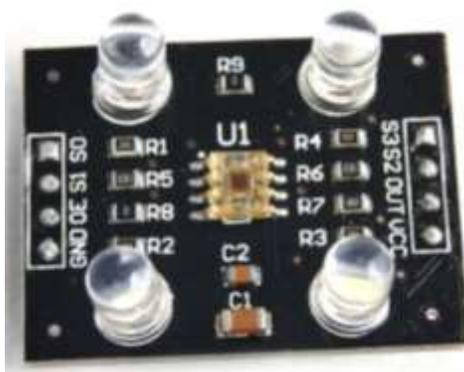
La definición de un sensor de color lo describe Fauroux et al., (2021) de la siguiente forma:

Un sensor de color es aquel que convierte de luz a frecuencia, permiten la detección de colores a partir de la radiación reflejada y los compara con el valor de referencia almacenado. Estos sensores emiten luz (roja, verde y azul) sobre los objetos que deben analizar, dependiendo de la parametrización y de los valores de tolerancia especificados del sistema, generan una señal de salida. (p.10)

El funcionamiento del sensor de color es que almacena en memoria los valores de color de referencia con los que adquiere el color del objeto, por lo cual un sensor de color emite luz desde un transmisor y luego, junto con un receptor, detecta la luz reflejada del objeto a detectar. También un sensor de color que puede detectar la intensidad de la luz recibida de los colores rojo, azul y verde.

Figura 19.

Sensor de color de Arduino



Nota. Los sensores de color permiten detectar diferentes colores, pero los colores básicos son más fáciles de detectar. Tomado de (HeTPro, 2018).

Metodología y Desarrollo del Proyecto

La definición de metodología aplicada lo describe Velázquez et al., (2021) de la siguiente forma:

La investigación se enmarcó en la modalidad educativa, ya que se fundamentó en conceptos metodológicos y principios teóricos, y se enfoca en el proceso de enseñanza aprendizaje y la producción de conocimiento en la educación. Está fundamentada en una interpretación descriptiva con carácter educacional, pues se interpretó los datos obtenidos de la aplicación de una propuesta metodológica para la elaboración de una base de datos a partir de un modelo relacional, a través de un plan de intervención aplicados a los estudiantes de educación superior. La investigación explora la fundamentación teórica mediante una revisión bibliográfica de las variables que se establecieron en el contexto de la investigación con la ayuda de un gestor bibliográfico y con las respectivas referencias bibliográficas y estándares adscritos en la investigación, que se basó en una minería de datos teniendo como fuente recursos tecnológicos, con de primero y segundo orden tales como: artículos científicos, trabajos de investigación indexados y libros, que ayudaron al momento de explicar, comparar y ampliar criterios de los diferentes autores. (p.14)

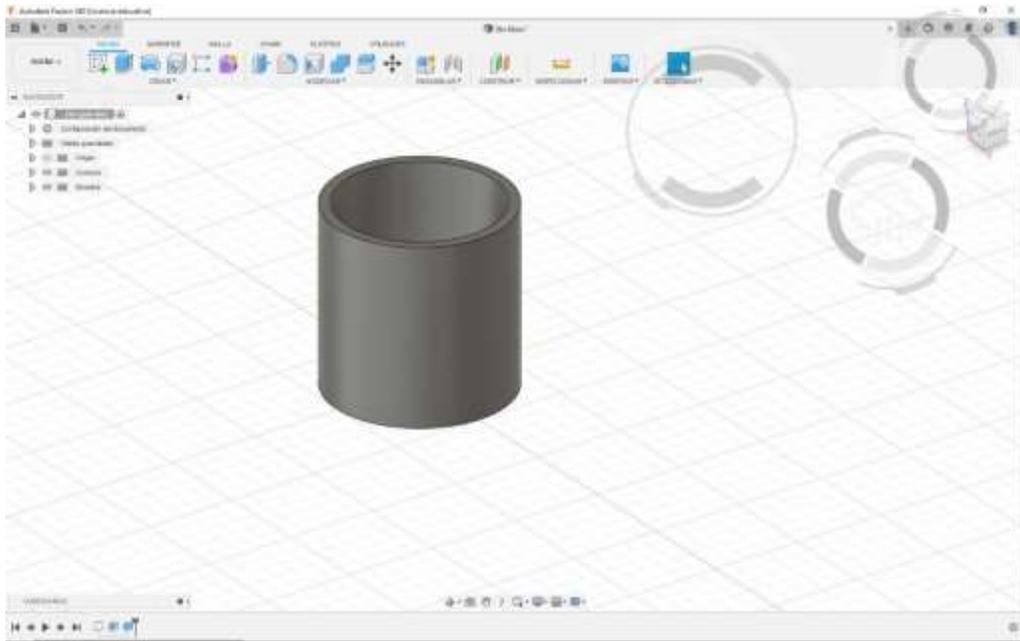
El diseño metodológico de una encuesta se puede describir como un plan general que prescribe lo que se hará para responder la pregunta de investigación. La clave del diseño metodológico es encontrar la mejor solución para cada situación. Por otro lado, es un conjunto de métodos utilizados para recopilar y analizar variables medibles específicas en un problema de investigación. Es importante que una buena metodología explique no solo qué opciones metodológicas se tomaron, sino también por qué se tomaron.

Diseño de la banda transportadora

Lo primero para determinar el diseño de la banda transportadora es conocer el tipo de material que se va a transportar, su peso específico y la velocidad estimada de transporte del producto. Por otro lado, se realizó el molde de los recipientes en una impresora 3D con filamento PLA y así se logró obtener las dimensiones del vaso que se muestra a continuación.

Figura 20.

Diseño del vaso en 3D

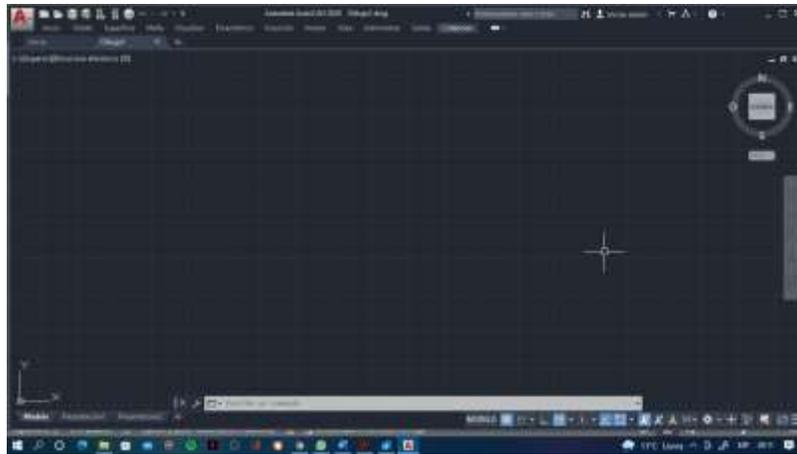


Nota. El diseño de un molde a través de la impresión 3D permite tener prototipos profesionales.

A continuación, se explica la simulación de la estructura mediante el software AutoCAD 2020, teniendo en cuenta las medidas de diseño al momento de la construcción, también se utiliza el software para diseñar la base del sistema de dosificación y clasificación, gracias a la modulación 3D y a las amplias herramientas disponibles para este software se puede lograr un diseño profesional como se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Software AutoCAD 2020

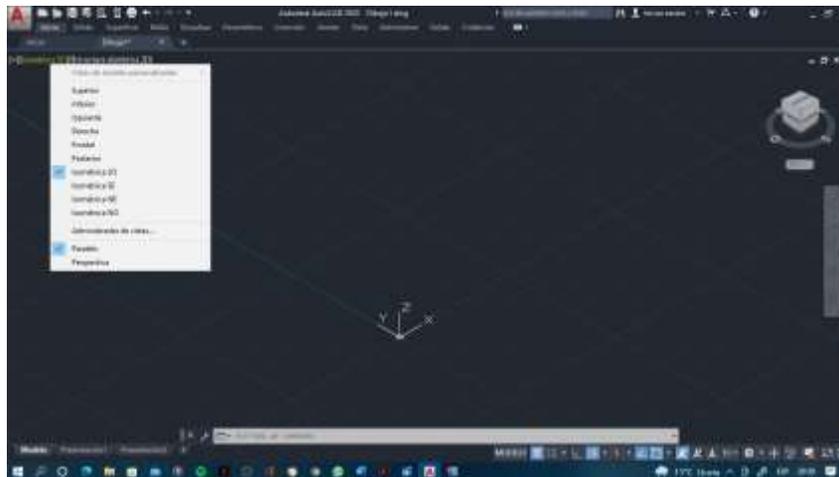


Nota. El software AutoCAD permite realizar diseños de manera profesional.

En AutoCAD 2020, se seleccionó la opción de vista de módulo para proporcionar una mejor vista de diseño en ambos ejes x, y, z, en la misma pantalla puede ver diferentes opciones para que pueda ver desde diferentes ángulos cómo el diseño sigue siendo el mismo y cualquier necesidad, se pueden hacer cambios como se muestra a continuación.

Figura 22.

Vista isométrica SO

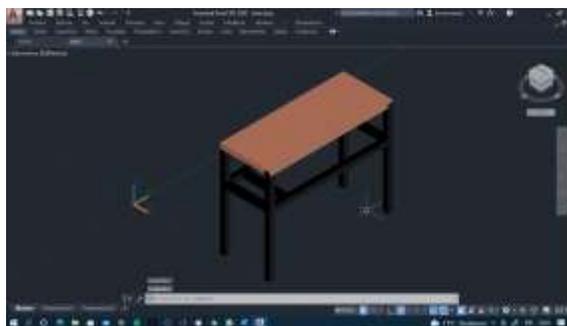


Nota. Las diferentes vistas del software AutoCAD ayuda a tener un diseño más profesional.

Se utilizaron los comandos básicos del software AutoCAD 2020 como línea, círculo por diámetro, extracción, región, recorte, marco, órbita y estilo visual que se muestran en la barra de herramientas del software ya que esto me permite tener una visión más realista del módulo didáctico, como se muestra en la figura 23.

Figura 23.

Comandos de AutoCAD 2020

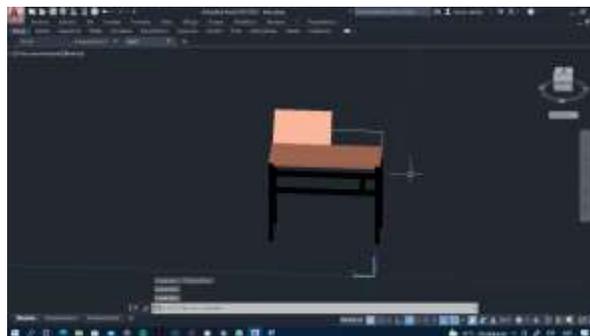


Nota. Los comandos del AutoCAD permiten realizar diseños en 3D.

El diseño final de la base del sistema de dosificación y clasificación para recipientes de colores se tuvo en cuenta la posición del motor con respecto al movimiento de la cinta transportadora del módulo didáctico también para el circuito de control ya que así poder tener un sistema automatizado más profesional como muestra a continuación.

Figura 24.

Diseño final de la estructura



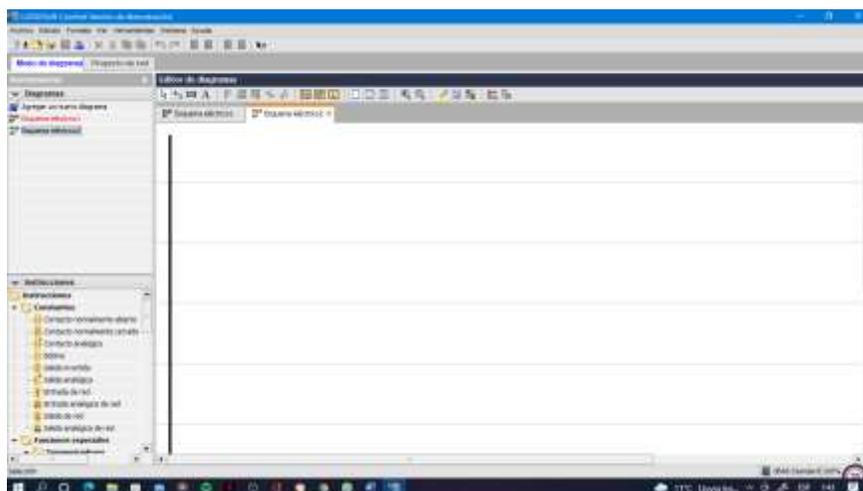
Nota. Estructura guía del sistema de clasificación y dosificación con vasos de colores.

Diseño de circuito eléctrico en lenguaje Ladder

A continuación, se presenta el desarrollo del programa y la simulación correspondiente para verificar posibles errores durante la operación del sistema de dosificación y clasificación de recipientes por colores, ante la construcción del cableado eléctrico. El software utilizado para diseñar el esquema eléctrico es LOGO Soft Comfort V8.3, debido a que está configurado en lenguaje Ladder, básicamente es un diagrama de escalera por lo que permite tener una programación muy sencilla por otro lado este tipo de programación es el más utilizado en el mundo de la automatización, así como se muestra en la figura 25.

Figura 25.

Software LOGO Soft Comfort V8.3

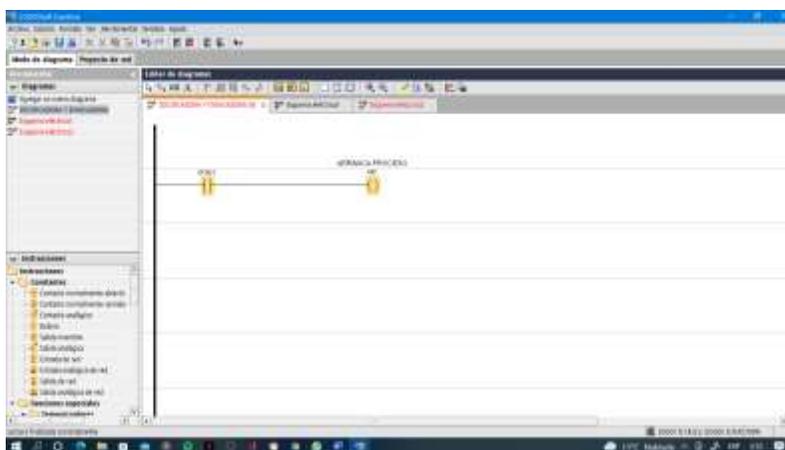


Nota. El software Logo V8.3 permite tener un sistema automatizado mediante la programación Ladder.

En el software Logo V8.3, se han seleccionado contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados y bobinas, para el desarrollo del programa se centra en la entrada 1 denominada SF001 ya que esta entrada ayuda al arranque del proceso automatizado del sistema como se muestra a continuación.

Figura 26.

Programación en el software Logo

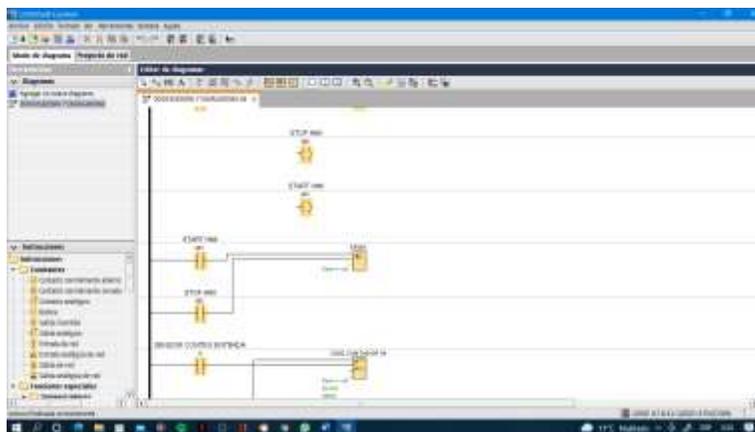


Nota. La programación Logo en un diagrama Ladder permite diferencias entradas y salidas.

Se ha realizado un esquema eléctrico simulado que incluye contactores de apertura y cierre, memorias para la visualización de botones en la pantalla HMI VK2043-NOEXR de la marca INVT, bobinas y funciones especiales para el sistema automatizado, así como temporizador de desconexión y contadores para su correcto funcionamiento, como se muestra en la figura 27.

Figura 27.

Programación en el software Logo V8.3



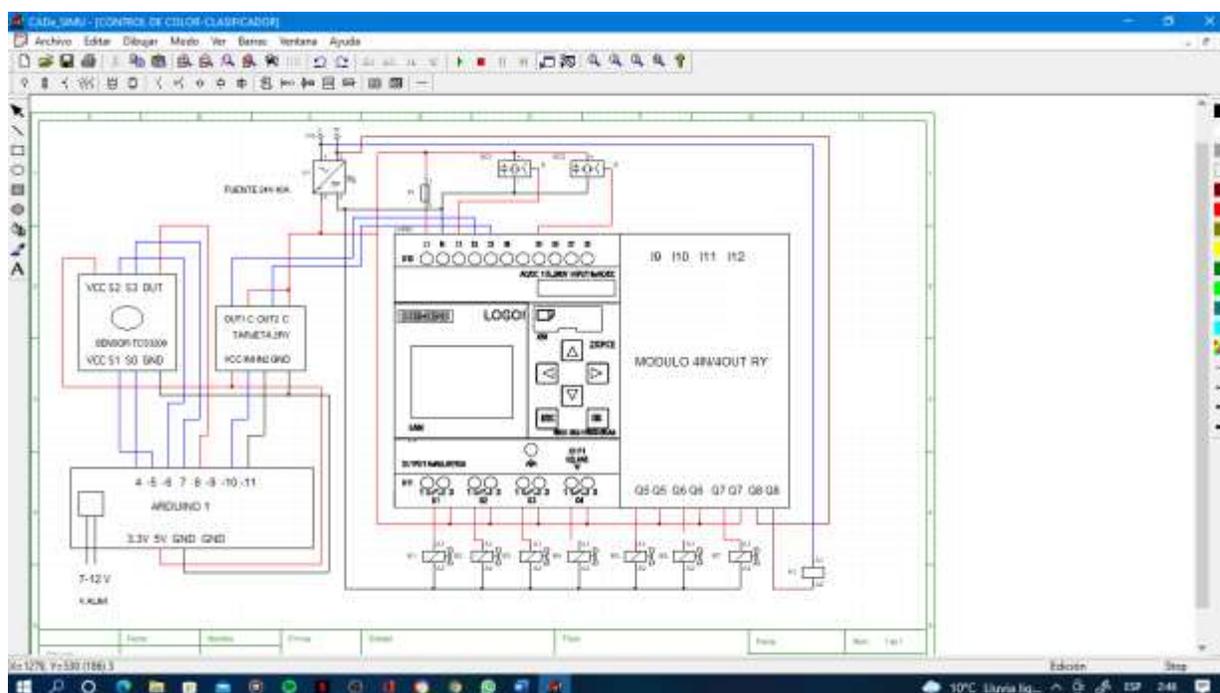
Nota. En la programación del sistema se utilizaron bobinas y contactores que ayudan abrir o cerrar ya que esto permite el accionamiento de la bobina.

Conexiones del circuito eléctrico en CADe_SIMU

A continuación, se explica detalladamente el esquema de conexiones eléctricas ya que permite una visualización sencilla de la corriente y distribución del cableado eléctrico, donde se observa ampliamente los componentes que se van a utilizar. Por otro lado, se pueden observar los resultados de las conexiones de los diferentes componentes como el Arduino, sensores, actuadores y elementos de protección para cada componente como es el relé programable, como se muestra a continuación.

Figura 28.

Conexiones eléctricas



Nota. El software CADe_SIMU permite encontrar errores en las conexiones eléctricas.

Construcción

Se explica la construcción del sistema de la estructura automatizada y los elementos metalmecánicos correspondientes para los procesos de dosificación y banda transportadora. Se construye la estructura de la base del sistema automatizado de 1,22 x 1,89 cm acorde a las medidas

del software AutoCAD, se realizan varios cortes mediante esmerilado y soldadura con electrodo 6011 y tubo cuadrado de 5x5 cm con un grado de 1,5 mm de espesor. El desbaste también se realiza en los cordones de soldadura, como se muestra en la figura 29.

Figura 29.

Estructura del sistema



Nota. La estructura del sistema se logró gracias al diseño realizado en AutoCAD.

El anclaje de la cinta transportadora es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta, ya que el módulo girará en base a ella, además se ancla en ambos extremos de la estructura base con huecos en la parte trasera para el anclaje de los pistones de doble efecto y sensores, como se muestra a continuación.

Figura 30.

Colocación de la banda transportadora



Nota. La colocación de la banda transportadora y pistones de doble efecto.

Se realizan cortes al material de aluminio con las siguientes medidas 3,3 cm de altura para guías de los recipientes con medidas 5 de diámetro y 5 cm de alto, también se tomó en cuenta las posiciones de los sensores capacitivos NPN para la construcción de la rampa del sistema automatizado como se muestra en la figura 31.

Figura 31.

Rampa guía para recipientes



Nota. Rampa guía para los vasos impresos en 3D.

Se utiliza una dobladora de tol, en la que se realizan diferentes curvaturas para producir una tolva cónica y un túnel de acero inoxidable, también se realiza un corte a la mitad de la medida de la tolva, en la parte superior del túnel, ya que juega un papel de apoyo importante, para la tolva cónica y tuneladora soldada con electrodo de acero inoxidable, se controla la medida correspondiente para el paso de envases por el túnel, se revisa y se hace un orificio para la colocación del pistón de simple efecto y así poder lograr tener una dosificación de azúcar, también se ha realizado la disposición de bases guía y tolva de aluminio con tunelización con medidas

previamente diseñadas para la dosificación precisa de envases deslizantes en 3D, tal y como se muestra en la siguiente figura 32.

Figura 32.

Dosificadora de azúcar



Nota. Dosificadora de azúcar e implementación de pistones de doble efecto.

Implementación

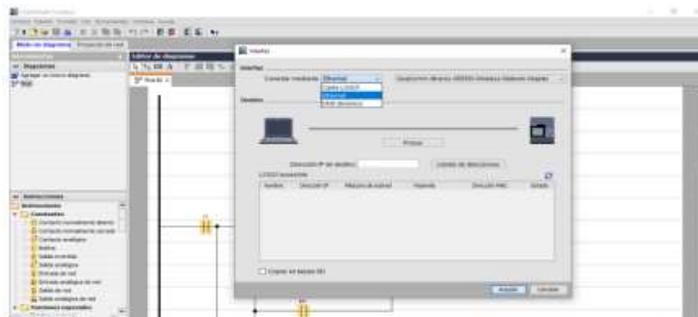
Se realizó el montaje de los elementos eléctricos como son: relé programable Logo Siemens, disyuntor 220 y 110, relay de 24VDC y 5VDC, contactor de 220 y relé térmico, fuente de poder de 24 voltios, bases portafusibles de 32 A, Arduino uno, sensores capacitivos NPN y borneras de conexión también se colocó canaletas ranuradas de 25 x 25 alrededor de los dispositivos eléctricos para permitir la fácil distribución del cableado y así lograr cubrir el cable de una forma estética, y posteriormente se conectó los dispositivos eléctricos según el diagrama CADeSIMU para el correcto funcionamiento, como se muestra a continuación.

Figura 33.*Elementos eléctricos*

Nota. Distribución de los componentes eléctricos en el módulo.

Trasferencia de datos PC AL PLC

Se explican los pasos para convertir un programa desarrollado en una PC a un relé programable Logo Siemens. En la herramienta se ha seleccionado la opción de transferir el programa de la PC al relé programable o viceversa a través del cable de datos Siemens con entrada USB. La interfaz de conexión se configura a través de un cable Ethernet y luego se verifica la conexión, por otro lado, se ha seleccionado la opción de parada en el logo para que se pueda descargar el programa desde el PC, como se muestra en la figura 34.

Figura 34.*Trasferencia de datos*

Nota. Trasferencia de datos entre el PC y Relé programable.

Después de cargar el programa, se suministra aire comprimido al distribuidor de aire de las electroválvulas por retorno de muelle, luego de lo cual se verifica el funcionamiento del sistema eléctrico y la interacción de todos los componentes, como se muestra a continuación.

Figura 35.

Sistema automatizado



Nota. Sistema automatizado de la dosificación y clasificación por color.

Propuesta

Para poner en funcionamiento el sistema, se realizan pruebas funcionales y eléctricas para evitar daños en el sistema eléctrico. En la siguiente tabla se pueden ver los datos obtenidos respecto a la medición inicial de la tensión en cada elemento, esta prueba se realiza mediante los dispositivos de medición eléctrica los cuales son multímetro para la medición de voltaje y amperímetro para la medición de amperaje como se muestra a continuación.

Tabla 2.

Medición de voltaje y amperaje

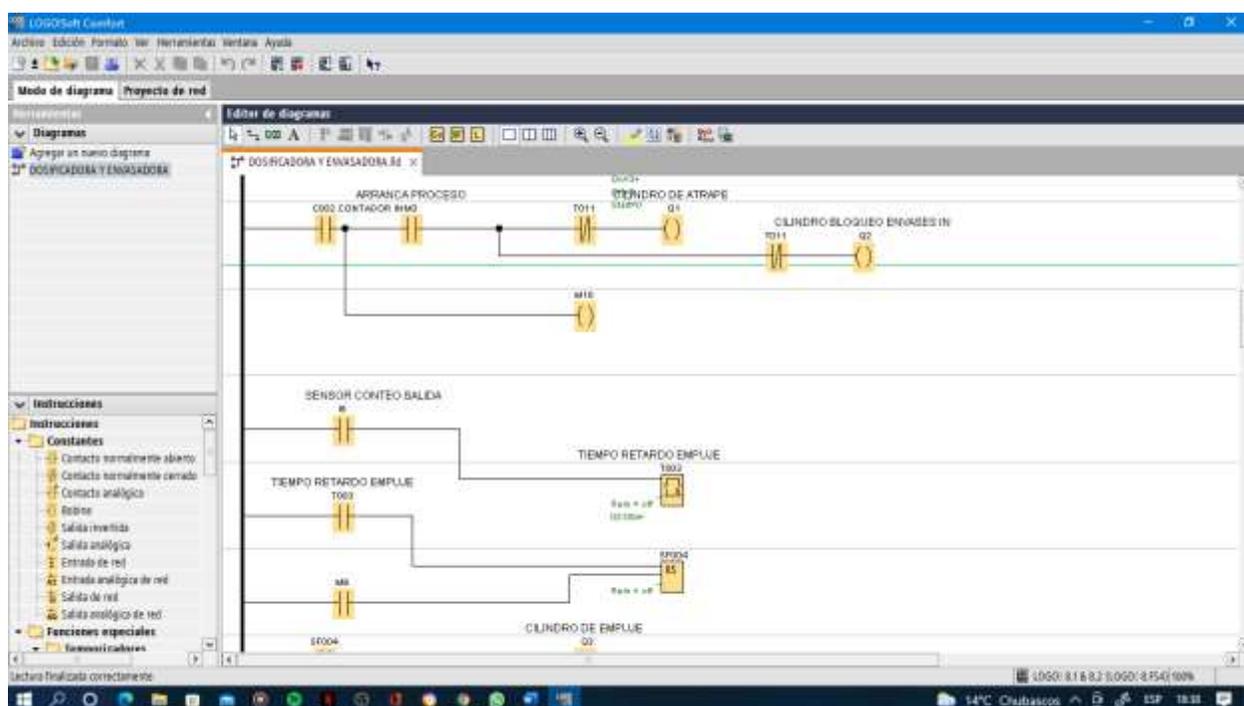
Ítem	Dispositivo	Voltaje	Amperaje	Cumple=C	No cumple=NC
1	Touch panel con pórtico serial y ethernet invt color 7"	24VDC	0,4A	C	
2	Electroválvulas 5/2 accionamiento por solenoide y retorno por muelle (XCPC)	24VDC	0,2A	C	
3	Relés electromagnéticos de 24 VDC (MK2P)	24VDC	10A	C	
4	Modulo Ampliación Siemens	12/24VDC	0.2A	C	
5	Motorreductor trifásico de 220V (HITACHI)	220VAC	0,47A	C	
6	Sensores de colores para Arduino (Tcs3200)	5,5VDC	Varía dependiendo del color	C	
7	Arduino uno	5VDC	40 mA	C	
8	Relé térmico	220VAC	10A	C	
9	Variador de frecuencia (DANFOSS)	220VAC	7A	C	
11	Relay 5VDC	5VDC	-	C	
12	Fuente de alimentación (Entrada)	110-240VAC	10A	C	
12	Fuente de alimentación (salida)	24VDC	10A	C	
13	Contactor	220VAC	10A	C	

Nota. Las mediciones de entrada y salida son importantes ya que así podemos encontrar elementos de protección.

Las pruebas iniciales del sistema se realizaron con el primer programa desarrollado en el software LOGO Soft Comfort V8.3, donde se observaron errores en el tiempo de salida de los pistones de doble efecto. También se observaron las memorias utilizadas para monitorear la pantalla de la HMI. Por otro lado, también se ha tenido en cuenta el conteo programado en el diagrama Ladder, como se muestra en la figura 36.

Figura 36.

Primera prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento de la programación en LOGO Soft Comfort.

En la segunda prueba de funcionamiento de los sistemas eléctricos y de programación se tuvo en cuenta la configuración del tiempo de modificación, es decir, para obtener la dosis de acuerdo al caudal de salida del émbolo de simple efecto, se podría realizar otra cuantificación de la dosificación para que pueda configurarse en el diagrama Ladder por otro lado también se calibro la sensibilidad de los sensores capacitivos NPN y de color.

Figura 37.

Segunda prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento de los sensores capacitivos NPN.

En la tercera prueba de funcionamiento se realizan pruebas de continuidad y voltaje en cada punto de conexión tanto en los circuitos de potencia, como de control ya que esto permite tener la medición de voltaje que se ocupó en el sistema automatizado con la ayuda de un multímetro la cual brindara información sobre el voltaje que circula por los componentes eléctricos, como se muestra en la figura 38.

Figura 38.

Tercera prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento del voltaje de cada componente.

Una vez revisado la alimentación de energía de cada uno de los elementos se valida si los mismos se encuentran comunicados, mediante las pruebas de comunicación entre el relé programable y el HMI, la cual es Modbus TCP.

Durante la cuarta prueba de funcionamiento, se realiza una configuración de tiempos para la dosificación de acuerdo con la velocidad de salida del cilindro principal y la sincronización a lo largo del tiempo de dosificación, configurada en el diagrama Ladder y así lograr tener una mayor cantidad de dosificación dependiendo del color del recipiente, como se muestra a continuación.

Figura 39.

Cuarta prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento de la dosificación temporizada desde la programación.

En la quinta prueba de funcionamiento se realizan pruebas de velocidades al motorreductor trifásico 220 para el movimiento de la banda transportadora, por lo que se identificó todos los parámetros de la placa ya esto nos permite configurar los parámetros del variador de frecuencia de la marca Danfoss, además los parámetros de la placa del motor nos permiten utilizar diferentes medidas de protección, como se muestra en la figura 40.

Figura 40.

Quinta prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento del variador de frecuencia.

Tabla 3.

Características del motorreductor trifásico

Características	Valores
Potencia	0,37KW
Voltaje	220VAC
Corriente Nominal	0.47A
Factor de potencia	0.74
Conexión de las Bobinas	Delta
Frecuencia	60HZ

Nota. Las características del motor nos ayudan a encontrar la eficiencia del motor con ayuda de cálculos.

En la última prueba de funcionamiento del sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable, se realizaron una configuración en la distribución de aire de cada electroválvula utilizada ya que se tomaron en cuenta el estado inicial de las posiciones de cada pistón del módulo es decir si el pistón de doble efecto debe estar el vástago afuera o a dentro cuando el sistema automatizado comience su funcionamiento, como se muestra en la figura 41.

Figura 41.

Ultima prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento de la distribución de aire para las electroválvulas.

Conclusiones

- El sistema de control permite que todas sus operaciones sean más eficientes, donde los materiales utilizados son relé programable, sensores de proximidad NPN, contactores, relés térmicos, HMI, electroválvula, pistones de doble efecto y variador de frecuencia con el fin de lograr la automatización del módulo práctico.
- Con controles preventivos antes de poner en marcha el sistema, se puede demostrar que el sistema funciona sin problemas y que la activación de cada dispositivo, sigue la secuencia y el tiempo establecidos por el relé programable.
- La aplicación de sensores digitales en los sistemas de control permite la recepción directa de datos con un relé programable debido a que está programado, de tal manera que todos los elementos interactúen entre sí para poder realizar el proceso para el cual ha sido diseñado el módulo de prácticas.
- El relé programable V8 es ideal para trabajos industriales ya que permite automatizar varias tareas, también podemos ver que con su implementación se logró obtener un sistema interfaz humano máquina.
- En el desarrollo del sistema se debe considerar el amperaje que consume de cada componente eléctrico, ya que puede implicar fallas o insuficiencia de corriente en los elementos eléctricos del sistema automatizado.
- Se debe tener en cuenta que es necesario cubrir el sensor de color, ya que esto permite una detención más exacta en la diferencia de colores, para que el tipo de la luz del ambiente no incida sobre la frecuencia que se maneja para la detección del color.

Recomendaciones

- Para un sistema automatizado más económico, puede agregar un controlador lógico programable PLC con HMI integrado, con pantalla táctil como el Fatek Serie P5 7" TFT, ya que permite el control y monitoreo del sistema. Además, los datos y procesos de las plantas de fabricación pueden ser monitoreado en un solo dispositivo.
- Para evitar cualquier daño al sistema automatizado se recomienda verificar las entradas y salidas de cada dispositivo eléctrico para evitar cualquier daño al equipo antes de encender y probar la fuente de alimentación, por otro lado, es recomendable instalar elementos de protección para cada componente eléctrico.
- Cuando se realiza una transferencia de programa en un ordenador hay que tener en cuenta que LOGO V8, debe estar en modo administrador para poder realizar cambios en el y así transferir el nuevo programa para el sistema.
- Se recomienda instalar un sistema de respaldo de energía para mantener el controlador funcionando, brindando seguridad y notificando la falla de energía del sistema automatizado.
- Este sistema automatizado puede estar diseñado para clasificar diferentes tipos de colores de recipientes no solo tres tipos, esto se puede lograr obteniendo más entradas y salidas del relé programable y diferentes recipientes de color.
- Para proyectos futuros que requieran una mejora del sistema automatizado, se puede agregar el sensor de color RGB de la serie DF, ya que puede cubrir la mayoría de las aplicaciones; tanto la detección de marcadores de color a una distancia fija, y tanto la detección de un color individual como la detección de diez colores.

Referencias Bibliográficas

- Reyes, E., Vanegas, J., Retamozo, J., Sierra, L., & Oliveros, Z. (2021). Proponer sistemas de automatización inteligente de procesos de producción en la empresa espumados de litoral de la ciudad de Barranquilla.
- Tantignone, H. R., Rodríguez, C. A., Sagarna, G. H., Martínez, A., Nieva, N. O., & Molina Vuistaz, N. (2021). Controlador lógico programable de bajo costo para aplicaciones robóticas.
- Jacho, Z. (2017). Implementacion de un sistema de llenado automatico para tanques de almacenamiento masivo de monomero de acetato de vinilo (VAM), en la Planta Interquimec S.A. [Escuela Politecnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17550>
- Hernández, A. K. S., Pedrón, S. P. V., Melgarejo, O. C., Ramírez, I. A., Valderrábano, E. V., & Juárez, C. R. (2021). Banda transportadora para estudio de tiempos y movimientos. Nextia, (3), 20-25.
- Fuentes Ocejo, Alexis Berlén (2017). Diseño y construcción de una banda transportadora, con brazo clasificador, para la automatización del empaquetado de toallas sanitarias, para la empresa construcción de maquinaria J.W. - CEMAIN. Carrera de Ingeniería Mecánica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí.
- Cóndor Arévalo, J. M. (2020). Evaluación de pérdidas energéticas en motores eléctricos trifásicos asíncronos utilizando análisis termográficos.
- Viego Felipe, P. R., Gómez Sarduy, J. R., & Fuentes Vega, J. R. (2018). Motores sincrónicos sin devanados en el rotor accionados por variadores de frecuencia para su aplicación en vehículos eléctricos. Centro Azúcar, 45(1), 62-72.

- Farina, A. L. (2018). Motores eléctricos trifásicos: características constructivas y tipos de arranques. artículo técnico, 69.
- Allauca Allauca, A. F., & Paguay Ashqui, A. G. (2019). Implementación de un módulo de simulación de puente grúa comandado por relés programables y variadores de frecuencia (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- BALCELLS, Josep & ROMERAL, José. Automatas Programables. [En línea] 2017. [Consultado el: 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.mediafire.com/file/n108a336y9ch7nk/Automatas+programables+-+Josep+Balcels.pdf>.
- SIEMENS. Logo SIEMENS. [En línea] 2017. [Consultado el: 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://new.siemens.com/global/en.html>.
- García Bermeo, W. J. (2017). Sistema de control y monitoreo para bombas de drenaje y vaciado de la Central Hidroeléctrica San Francisco (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones).
- Ropero, L. N., García, P. I. A. P., & Díaz, M. J. L. (2019). Diseño y Construcción de un Sistema Domótico Controlado por el PLC Logo V8! E InTouch Design And Construction Of A Domotic System Controlled By The Logo Plc V8! E InTouch.
- Yuquilema Trujillo, R. X., & Rodríguez Buenaño, J. S. (2019). Implementación de un módulo de sincronización y secuencia de arranque de dos motores trifásicos jaula de ardilla comandado por relés programables y variadores de frecuencia (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

- MARÍN LÓPEZ, D. S., ZALAMEA LEÓN, E. F., & BARRAGÁN ESCANDÓN, E. A. (2018). Potencial fotovoltaico en techumbre de edificios industriales de alta demanda energética, en zonas ecuatoriales. *Revista hábitat sustentable*, 8(1), 28-41.
- Guerrero Zapata, R. E. (2019). Estudio y aplicación del protocolo industrial AS-i para el control de nivel mediante una red de esclavos discretos actuador-sensor y un master AS-i.
- Reinel, P., & Velásquez, N. (2019). Diseño e implementación de un módulo didáctico para la elaboración de prácticas orientadas a procesos industriales con énfasis en sistemas neumáticos, electroneumáticos e interfaz plc-hmi. Universidad Politécnica Salesiana.
- Moran-Borbor, R., Galvis-Roballo, V., Niño-Vega, J., & Fernández-Morales, F. (2021). Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino. *Revista Habitus: Semilleros de Investigación*, 1(2), e12178-e12178.
- Velázquez, R. V., García, W. A. M., Zúñiga, K. M., & Landín, A. L. C. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas aplicada en la enseñanza de las Matemáticas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(3), 142-155.
- Fauroux, L. E., Molina Vuistaz, N., Sagarna, G., & Degaetani, O. J. (2021). Diseño de un sensor óptico sumergible para técnicas volumétricas por color.
- Zuluaga González, E. A., Moreno Rodríguez, J., & Julián Yepes, U. (2021). Diseño de una máquina mezcladora de fluidos para el proceso de corte en recipientes de 20, 10 y 5 kg realizado por la empresa MANE sucursal Colombia.
- Cevallos, C., & Mesías, I. (2019). Análisis de los efectos que causan los armónicos en los motores a inducción cuando usan los variadores de frecuencia.

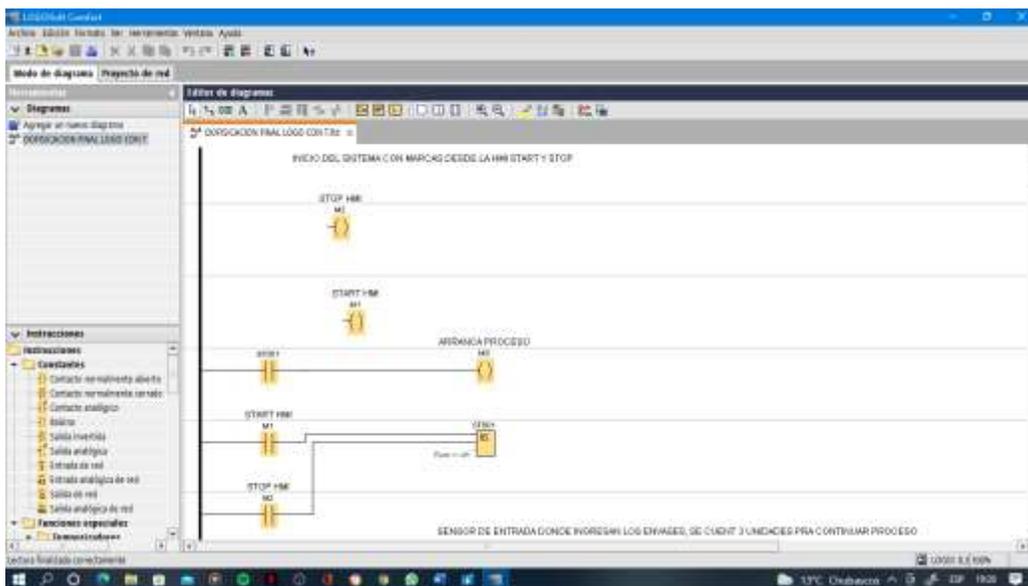
Delgado Marcos, C. (2018). Ensayo y validación de un módulo electrónico para el control de contactores.

Flores-García, E., Quezada-Quezada, J. C., Calderón-Medina, R. V. H., & Castañeda-Bautista, M. Á. (2018). Propuesta de automatización del proceso industrial de empaquetado de platos de poliestireno expandido empleando PLC y HMI Automation proposal of the industrial process of expanded polystyrene plates packaging by using PLC and HMI.

Anexos

Figura 42.

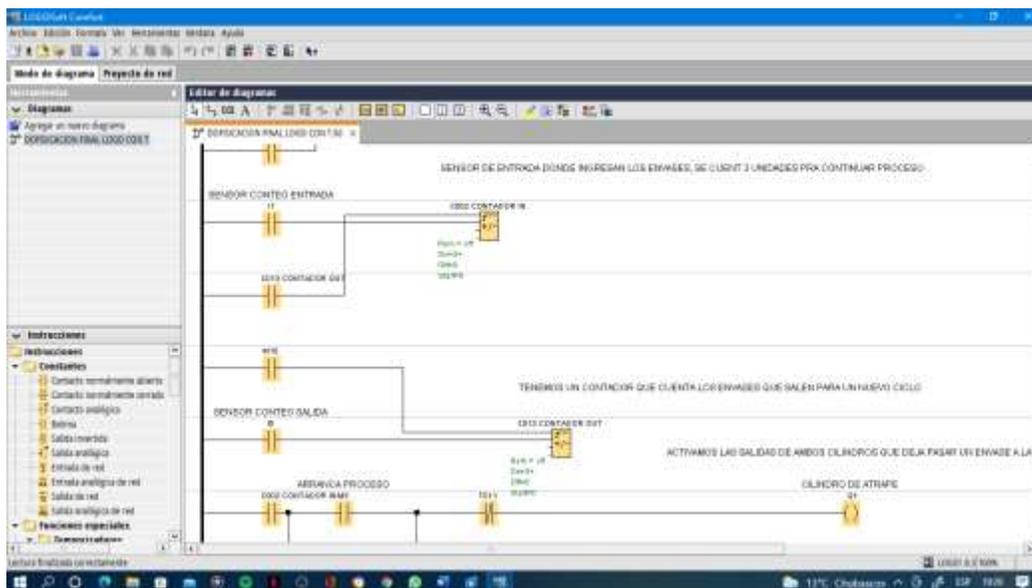
Diagrama Ladder parte 1



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 1.

Figura 43.

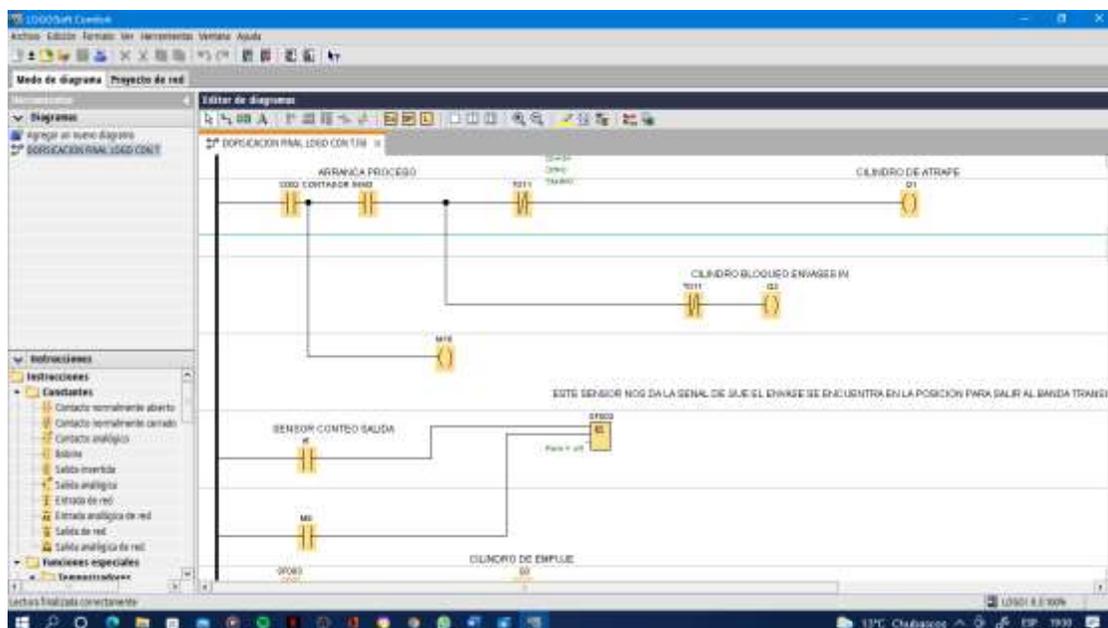
Diagrama Ladder parte 2



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 2.

Figura 44.

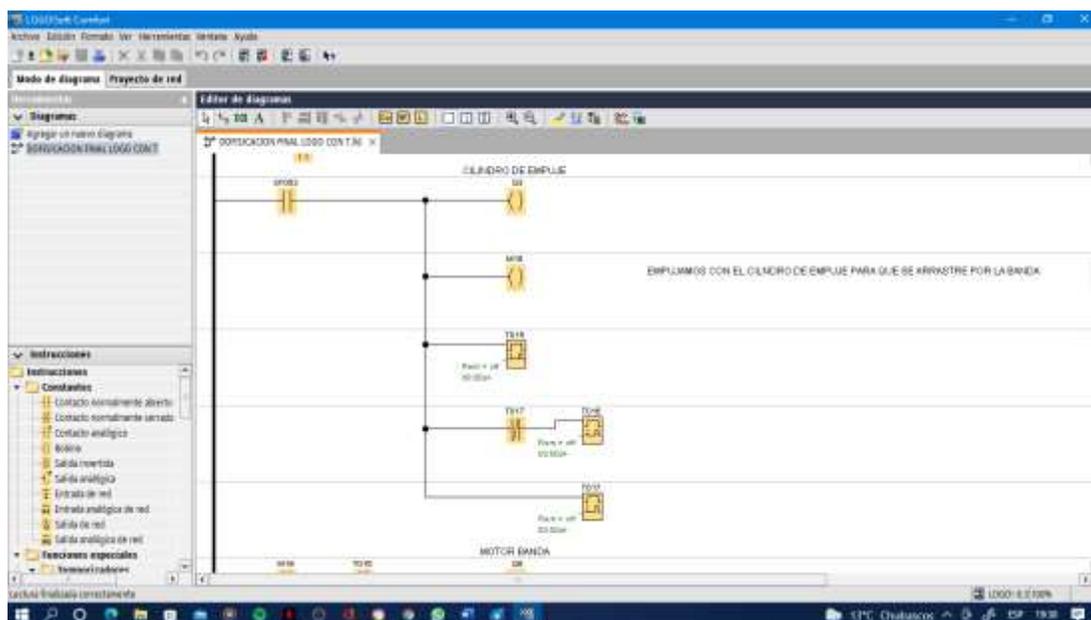
Diagrama Ladder parte 3



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 3.

Figura 45.

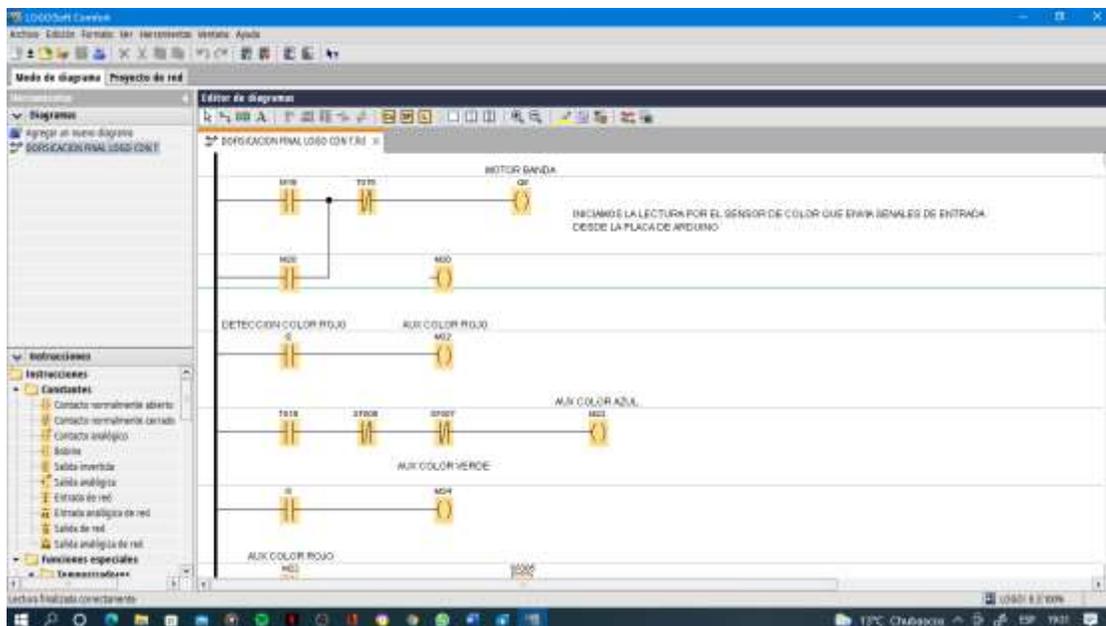
Diagrama Ladder parte 4



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 4.

Figura 46.

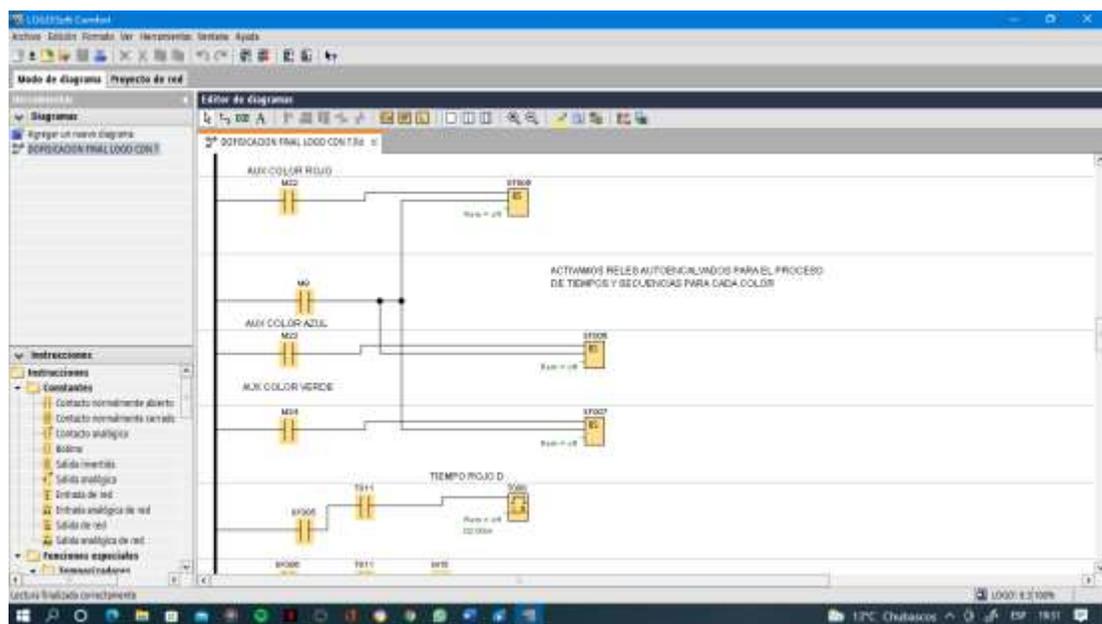
Diagrama Ladder parte 5



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 5.

Figura 47.

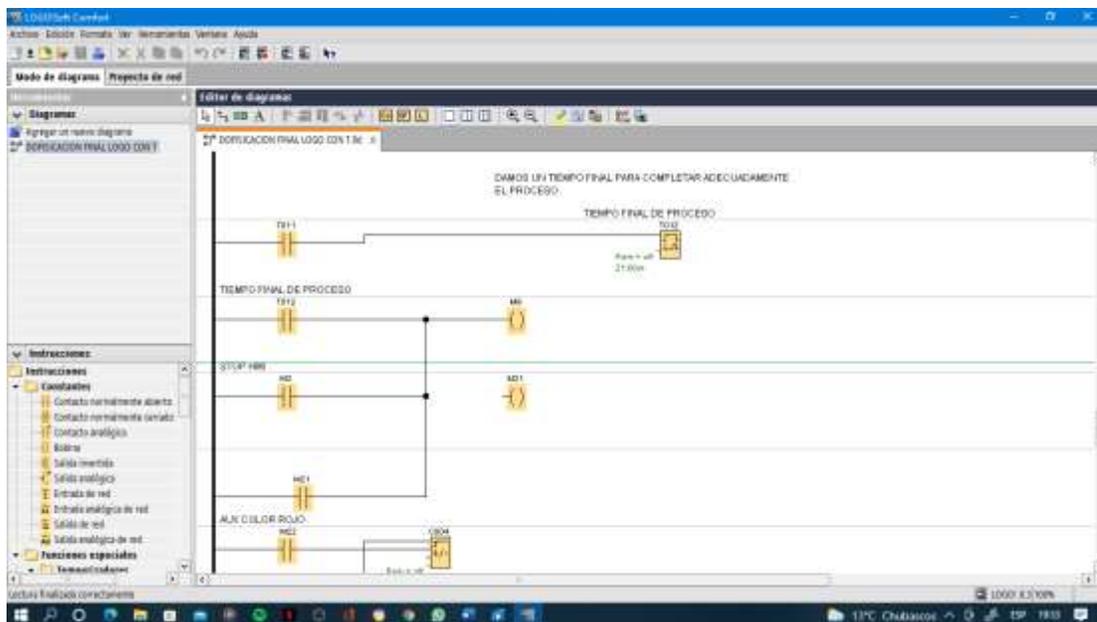
Diagrama Ladder parte 6



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 6.

Figura 50.

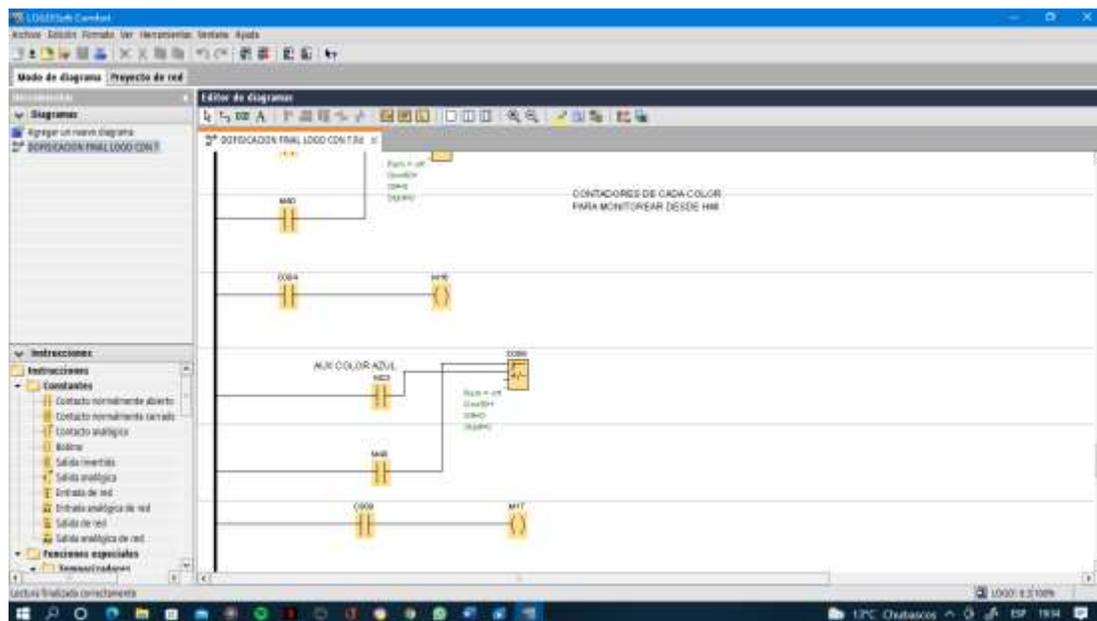
Diagrama Ladder parte 9



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 9.

Figura 51.

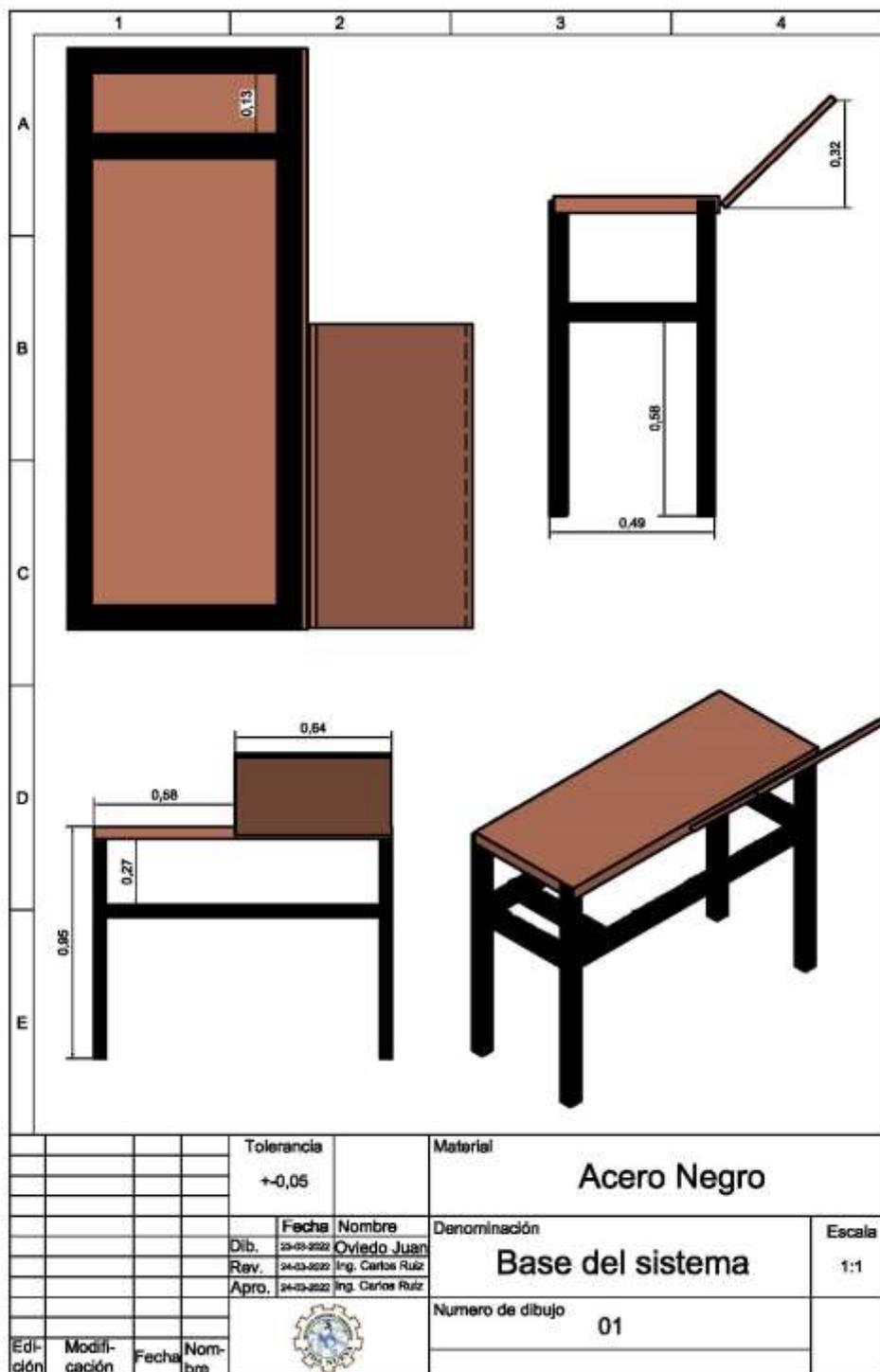
Diagrama Ladder parte 10



Nota. Programación del LOGO Soft Comfort V8.3 parte 10.

Figura 52.

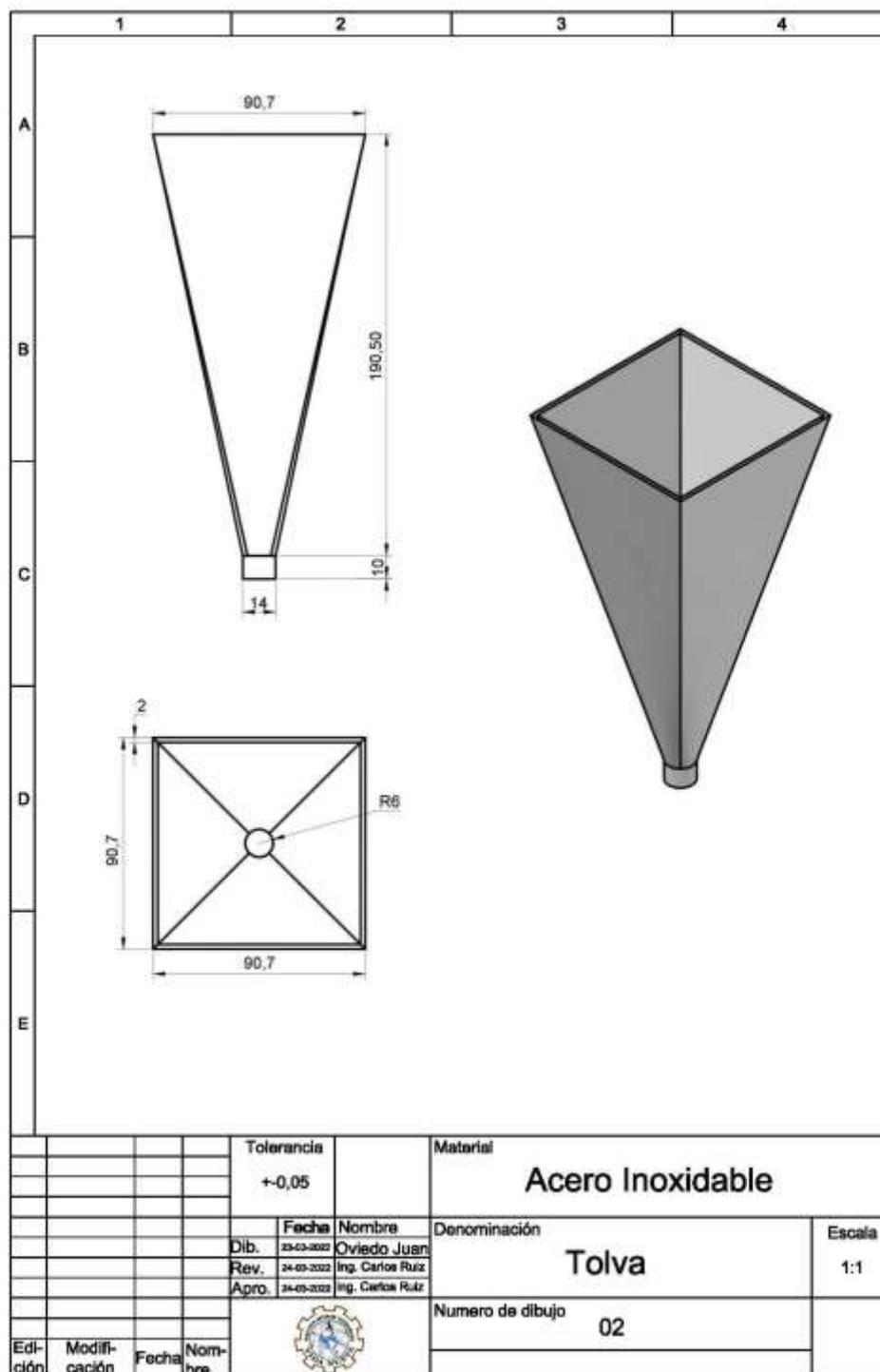
Diagrama de la base del sistema en AutoCAD



Nota. Diagrama de la base del sistema automatizado.

Figura 53.

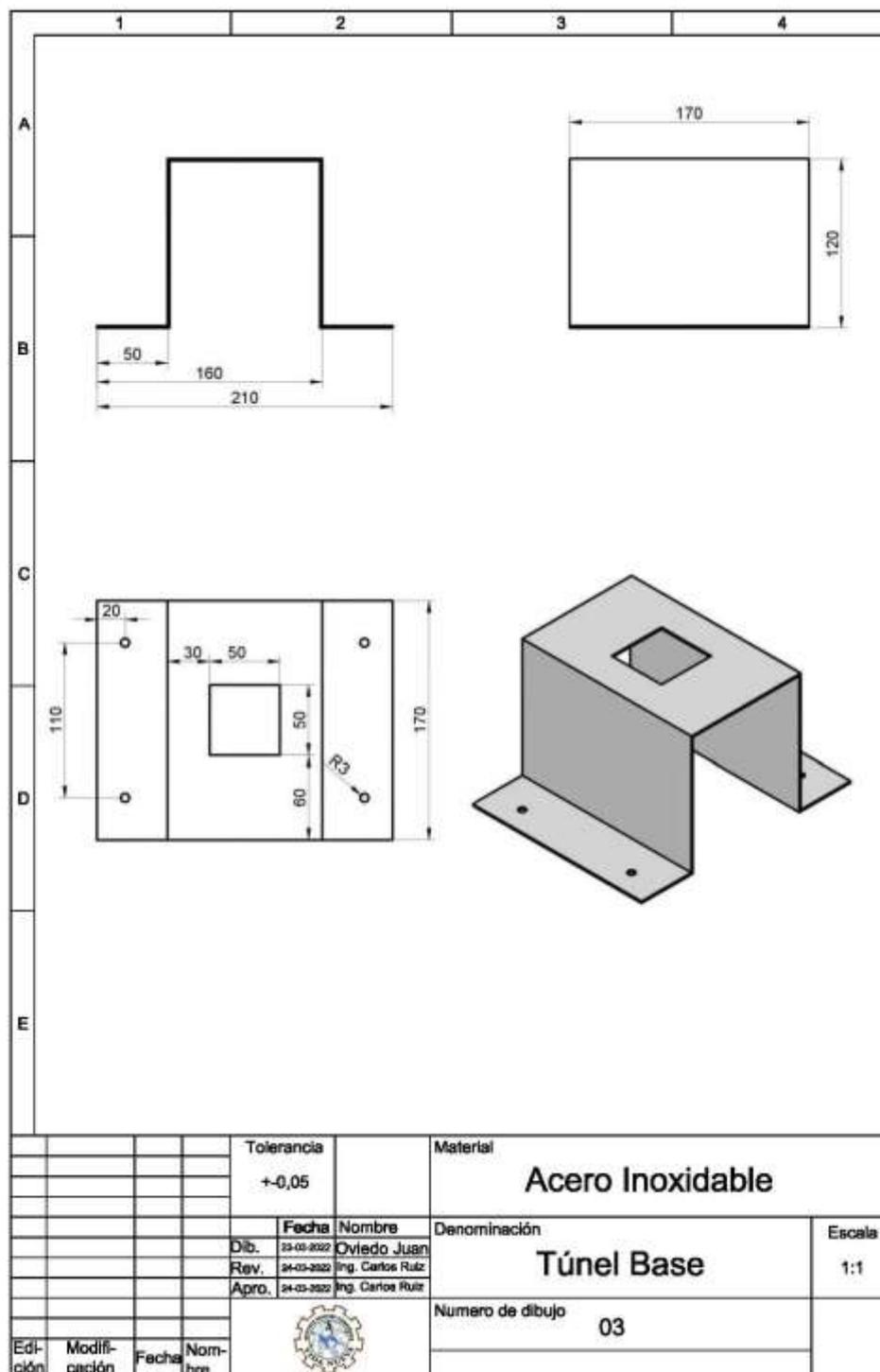
Diagrama de tolva en AutoCAD



Nota. Diagrama de la construcción de tolva para la dosificación del sistema.

Figura 54.

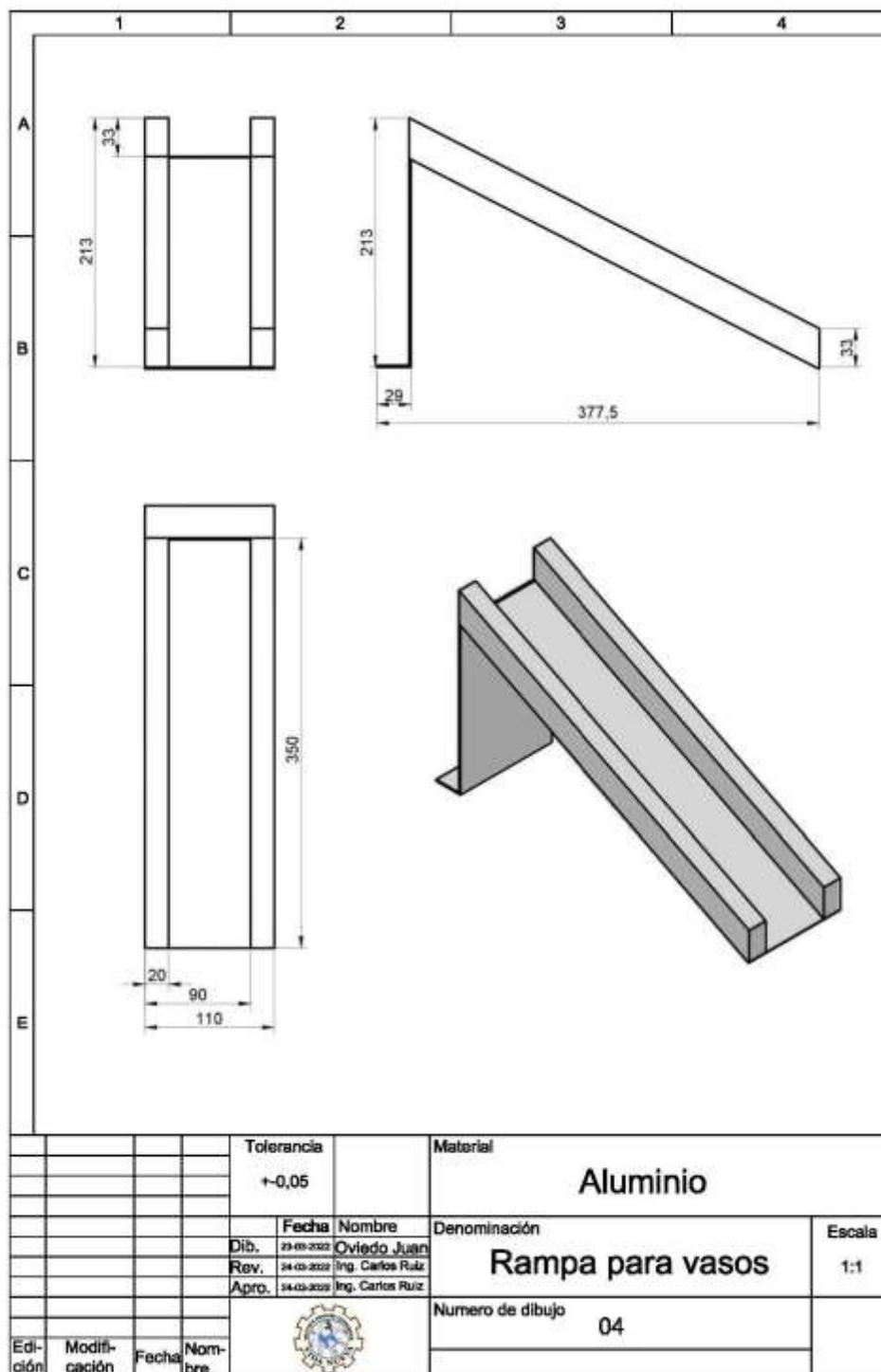
Diagrama de túnel base en AutoCAD



Nota. Diagrama de la construcción de túnel base para la dosificación del sistema.

Figura 55.

Diagrama de rampa de recipientes en AutoCAD



Nota. Diagrama de la construcción de la rampa para vasos impresos en 3D.