

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA UNA BANDA TRANSPORTADORA CON MONITOREO EN TIEMPO REAL.

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de
Tecnólogo Superior en Electrónica**

Autores: PRECIADO RODRÍGUEZ GREGORY MICHAEL
SALINAS POTES JEFFERSON ARMANDO

Tutor: ING. SALAZAR GUILCAMAIGUA MAXWELL ARBEY, MSc.

MARZO, 2025
SANGOLQUÍ – ECUADOR

Autor: Gregori Preciado Rodríguez	Título a obtener: Tecnólogo superior en electrónica Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico: <i>gregori.preciado@ister.edu.ec</i>
Autor: Jefferson Salinas Potes	Título a obtener: Tecnólogo superior en electrónica Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico: <i>jefferson.salinas@ister.edu.ec</i>
Dirigido por: MSc. Maxwell Arbey Salazar Guilcamaigua	Matriz: Sangolquí -Ecuador Correo electrónico: <i>maxwell.salazar@ister.edu.ec</i>

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ — ECUADOR
SALINAS POTES JEFFERSON ARMANDO
PRECIADO RODRÍGUEZ GREGORI
MICHAEL

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL
AUTOMATIZADO PARA UNA BANDA TRANSPORTADORA CON MONITOREO
REAL.**

APROBACIÓN DEL TUTOR/A

En mi calidad de Tutor/a del Trabajo de Titulación, presentado por **Salinas Potes Jefferson Armando** con CC: **0918224668** y **Preciado Rodríguez Gregory Michael** con **CC:0941928673** para optar por el Título de Tecnólogo Superior en Electrónica; cuyo título es: **Tecnólogo superior en Electrónicaa**, se considera que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que fuere designado.



£

Ing. Salazar Guilcamaigua Maxwell Arbey MSc.

DOCENTE-TUTOR

C.I. 1724404072

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**
Presente

Por medio de la presente, yo, **GREGORI MICHAEL PRECIADO RODRIGUEZ** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO PARA UNA BANDA TRANSPORTADORA CON MONITOREO EN TIEMPO REAL**, de la Tecnología Superior **ELECTRÓNICA**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



GREGORI MICHAEL PRECIADO RODRIGUEZ
C.I.: 0941928673

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo **GREGORI MICHAEL PRECIADO RODRIGUEZ**, con C.I.: **0941928673** alumno de la Carrera **TEGNOLOGO SUPERIOR EN ELECTRONICA**, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

GRGORI MICHAEL PRECIADO RODRIGUEZ

C.I.: 0941928673

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

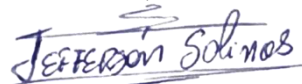
**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**
Presente

Por medio de la presente, yo, **JEFFERSON ARMANDO SALINAS POTES** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO PARA UNA BANDA TRANSPORTADORA CON MONITOREO EN TIEMPO REAL**, de la Tecnología Superior **ELECTRÓNICA**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



JEFFERSON ARMANDO SALINAS POTES
C.I.: 0918224668

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

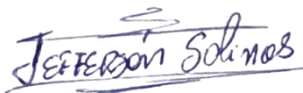
Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo **JEFFERSON ARMANDO SALINAS POTES**, con C.I.: **0918224668** alumno de la Carrera **TECNOLOGO SUPERIOR EN ELECTRONICA**, cedo al **INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

JEFFERSON ARMANDO SALINAS POTES

C.I.: **0918224668**

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

    **www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec**

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA: TECNOLOGO SUPERIOR EN ELECTRONICA

AUTOR /ES:

JEFFERSON ARMANDO SALINAS POTES

GREGORI MICHAEL PRECIADO RODRIGUEZ

TUTOR:

ING. SALAZAR GUILCAMAIGUA MAXWELL ARBEY

CONTACTO ESTUDIANTE:

0918224668

0994541438

CORREO ELECTRÓNICO:

Jefferson_salinas78@outlook.com

gregori99preciado@gmail.com

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DIDACTICO PARA UNA BANDA
TRANSPORTADORA CON MONITOREO EN TIEMPO REAL.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

En esta presente investigación se ha encontrado una situación problemática en el tecnológico universitario Rumiñahui, donde los estudiantes no tienen mucha experiencia en el campo de la automatización, como fuente de investigación se ha buscado en bolsa de empleo para técnicos, tecnólogos e Ingenieros que las empresas manufactureras requieren de personal capacitado y con dos años de experiencia como mínimo. El conocimiento que los estudiantes lo adquieren es limitado, la mayoría de las practicas se lo realiza mediante software de simulación, en un entorno industrial donde las empresas necesitan un técnico con la capacidad de resolver problemas en el menor tiempo posible.

La propuesta que se planteó fue la de construir un módulo didáctico de control con banda transportadora, uno de los primeros pasos fue realizar el diseño del circuito eléctrico del panel didáctico, cada componente fue seleccionado con el criterio técnico donde se tuvo en cuenta los parámetros eléctricos como la potencia, corriente y el voltaje de operación. La potencia del motor se eligió teniendo en cuenta el peso de la carga para ser desplazado y después se calculó el resto de parámetros.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron con diferentes circuitos para controlar la banda transportadora, donde se utilizó la coordinación de protecciones, ya que es importante proteger al equipo y al usuario. Se realizó los programas para controlar la banda transportadora mediante el uso de un software de programación para el controlador lógico programable y la pantalla HMI, se comprobó el funcionamiento mediante la observación de las variables de control como el estado del motor y la frecuencia. Para la monitorización se utilizaron los widgets necesarios para visualizar el comportamiento del sistema de control. Finalmente se desarrolló las guías prácticas para que los estudiantes lo puedan ejecutar durante el curso.

PALABRAS CLAVE:

Automatización, entorno industrial, parámetros eléctricos, monitorización.

ABSTRACT:

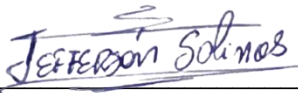
In this present proposal, we are looking a problematic situation at Universitario Rumiñahui, the students don't have enough experience in the field of Automation, we visit different pages for looking a job where the employers need technicians, engineers, technologists with two years minimal of experience related about this position. The students have the limit knowledges and they used simulation software for the most practices, in industrial environment the employer need a technician with problem solving ability in a short time. We've made a proposal about building a control teaching module compatible with a conveyor belt, one of the first steps was designing an electrical circuit from control panel, each

component was selected based electrical parameters as power, current and voltage. The engine power was chosen due to load weight and then we calculated of the rest parameters.

The functional tests were doing with different electrical circuits for controlling a conveyor belt, we used the coordination protections, it's important to protect the equipment and user. We programmed the PLC and HMI for controlling it and we checked the variables as logic state motor and frequency. We used the necessary widgets for checked the behavior of the control of system.

KEYWORDS:

Automation, industrial environment, electrical parameters, monitoring

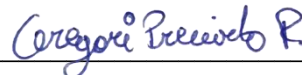


Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante

Jefferson Armando Salinas Potes

C.I.: 0918224668



Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante

Gregori Michael Preciado Rodriguez

C.I.:0941928673

DEDICATORIA

Principalmente agradezco a Dios, por ser la fuente de toda sabiduría y por las bendiciones que me otorga cada día, a mi esposa e hijas y seres queridos por su apoyo y aliento constante, puesto que, han demostrado ser un pilar fundamental en mi vida, para alcanzar este logro.

Jefferson Salinas.

Dedico este trabajo a mis padres, hermano/as sobrina/os, novia cuyo amor, paciencia y apoyo incondicional han sido mi mayor fuente de fortaleza a lo largo de este camino, por enseñarme a nunca rendirme, incluso en los momentos más difíciles. A mis amigos de la vida compañeros de trabajo, con quienes, de alguna u otra manera se hacían presente en este camino. A todos aquellos que creyeron en mí y me alentaron a seguir adelante. Este logro es el resultado de su confianza y su valor. Principalmente agradezco a Dios, por ser la fuente de toda sabiduría y por las bendiciones que me otorga cada día, a mi esposa e hijas y seres queridos por su apoyo y aliento constante, puesto que, han demostrado ser un pilar fundamental en mi vida, para alcanzar este logro.

Gregori Preciado.

AGRADECIMIENTO

Con profunda estima y reconocimiento, extendiendo mi gratitud a los docentes de la institución, que han formado parte de mi proceso académico, a mi tutor por ser guía y acompañarme a lo largo de mi aprendizaje, finalmente, quiero agradecer a mi familia, esposa e hijas, porque con su amor, han sido mi apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Jefferson Salinas.

Agradezco profundamente a mi familia, novia por su amor y apoyo constante durante todo este proceso. A los ingenieros de las diferentes áreas, por su dedicación y guía en cada etapa de mi formación en este entorno semipresencial. A mis compañeros de estudios, por compartir conocimientos y experiencias en este recorrido. A todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible. ¡Gracias por ser parte fundamental de este logro académico!

Gregori Preciado.

RESUMEN EJECUTIVO

En esta presente investigación se ha encontrado una situación problemática en el Universitario Rumiñahui, donde los estudiantes no tienen mucha experiencia en el campo de la automatización, como fuente de investigación se ha buscado en bolsa de empleo para técnicos, tecnólogos e Ingenieros que las empresas manufactureras requieren de personal capacitado y con dos años de experiencia como mínimo. El conocimiento que los estudiantes lo adquieren es limitado, la mayoría de las practicas se lo realiza mediante software de simulación, en un entorno industrial el reclutador necesita un técnico con la capacidad de resolver problemas en el menor tiempo posible.

La propuesta que se planteo fue la de construir un módulo didáctico de control con banda transportadora, uno de los primeros pasos fue realizar el diseño del circuito eléctrico del panel didáctico, cada componente fue seleccionado con el criterio técnico donde se tuvo en cuenta los parámetros eléctricos como la potencia, corriente y el voltaje de operación. La potencia del motor se eligió teniendo en cuenta el peso de la carga para ser desplazado y después se calculó el resto de parámetros.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron con diferentes circuitos para controlar la banda transportadora, donde se utilizó la coordinación de protecciones, ya que es importante proteger al equipo y al usuario. Se realizo los programas para controlar la banda transportadora mediante el uso de un software de programación para el controlador lógico programable y la pantalla HMI, se comprobó el funcionamiento mediante la observación de las variables de control como el estado del motor y la frecuencia. Para la monitorización se utilizaron los widgets necesarios para visualizar el comportamiento del sistema de control. Finalmente se desarrolló las guías prácticas para que los estudiantes lo puedan ejecutar durante el curso.

PALABRAS CLAVE

Automatización, entorno industrial, parámetros eléctricos, monitorización.



Ing. Maxwell Arbey Salazar Guilcamaigua, MSc.

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ABSTRACT

In this present proposal, we are looking a problematic situation at Universitario Rumiñahui, the students don't have enough experience in the field of Automation, we visit different pages for looking a job where the employers need technicians, engineers, technologists with two years minimal of experience related about this position. The students have the limit knowledges and they used simulation software for the most practices, in industrial environment the employer need a technician with problem solving ability in a short time.

We've made a proposal about building a control teaching module compatible with a conveyor belt, one of the first steps was designing an electrical circuit from control panel, each component was selected based electrical parameters as power, current and voltage. The engine power was chosen due to load weight and then we calculated of the rest parameters.

The functional tests were doing with different electrical circuits for controlling a conveyor belt, we used the coordination protections, it's important to protect the equipment and user. We programmed the PLC and HMI for controlling it and we checked the variables as logic state motor and frequency. We used the necessary widgets for checked the behavior of the control of system.

KEYWORDS

Automation, industrial environment, electrical parameters, monitoring

ÍNDICE GENERAL

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
PALABRAS CLAVE	vii
ABSTRACT.....	viii
KEYWORDS.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Objetivo General	3
1.3.1. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1. Automatización Industrial.....	5
2.2. Controladores Lógicos Programables (PLC)	5
2.3. Variadores de Frecuencia.....	6
2.3.1. Funcionamiento.....	6
2.4. Interfaces de Hombre-Máquina (HMI).....	7
2.4.1. Características principales de las HMI.....	8
2.4.2. Componentes básicos de las HMI.....	8
2.5. Bandas Transportadoras.....	9
2.5.1. Componentes de las bandas transportadoras.....	9
2.5.2. Automatización en las bandas transportadoras.....	10
2.6. Monitoreo en Tiempo Real	10
CAPÍTULO III.....	11
3.1. El método científico.....	11
3.1.1. Tipos de investigación.....	11
3.1.2. Métodos teóricos de investigación	11
3.1.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	12
3.1.4. Tratamiento de la información	12
CAPÍTULO IV.....	13

4.1. Diseño de la propuesta	13
4.2. Implementación.....	20
4.3. Pruebas	30
4.4. Resultados	34
CAPITULO V	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1 Conclusiones	37
5.2 Recomendaciones.....	37
5.3 Referencias	37
ANEXOS	39

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores con diferentes calibres de conductores AWG	16
Tabla 2. Valores calculados para la selección de aparatos de maniobra y protección.....	17
Tabla 3. Lista de aparatos de maniobra y protección seleccionados	17
Tabla 4. Lista de componentes necesarios para el control del sistema didáctico.	18
Tabla 5. Lista de sensores para entradas digitales y analógico.....	20
Tabla 6. Evaluación del funcionamiento del sistema didáctico	34
Tabla 7. Lista de parámetros de configuración del variador de frecuencia	35
Tabla 8. Comparación de los métodos de control de la banda transportadora	36

Índice de Figuras

Figura 1. Automotores industriales.....	5
Figura 2. Controlador logístico programable.....	6
Figura 3. Potencia del variador	7
Figura 4. Interfaz hombre - maquina	7
Figura 5. Sistema HMI.....	8
Figura 6. Parte de una banda transportadora.....	9
Figura 7. Sensor de proximidad	10
Figura 8. Visualización en tiempo real e la banda transportadora	10
Figura 9. Dimensiones de la banda transportadora.....	13
Figura 10. Motor trifásico de la marca Marathon modelo WX5500004-9002	15
Figura 11. Ubicación de los componentes del tablero del módulo didáctico	18
Figura 12. Conectores Jack Banana Hembra - Macho.....	19
Figura 13. Construcción de la estructura base del módulo didáctico.	20
Figura 14. Panel del módulo didáctico con sus respectivos cortes	21
Figura 15. Colocación de los componentes eléctricos en el panel.....	21
Figura 16. Conexiones en la parte trasera del panel del módulo didáctico.....	22
Figura 17. Panel del módulo didáctico	22
Figura 18. Colocación del variador de frecuencia en una caja.	23
Figura 19. Fabricación de los rodillos con el material Duralón.....	23
Figura 20. Ensamblado del rodillo móvil	24
Figura 21. Ensamblado del rodillo fijo con el motor trifásico.	25
Figura 22. Piezas de la banda transportadora de acero inoxidable	25
Figura 23. Instalación de la cubierta para el motor trifásico.....	26
Figura 24. Colocación del sensor infrarrojo en la banda transportadora	26
Figura 25. Programacion de un arranque directo de un motor	27
Figura 26. Tabla de variables estándar para la programación	27
Figura 27. Diseño de la interfaz gráfica del entorno industrial.....	28
Figura 28. Normalización y escalamiento de los valores de medición.....	28
Figura 29. Utilización de un contador de incremento para contar los objetos.....	29
Figura 30. Utilización del generador de pulsos	29
Figura 31. Prueba del circuito arranque del motor trifásico en buen funcionamiento.....	30
Figura 32. Prueba del circuito arranque del motor trifásico fuera funcionamiento	30
Figura 33. Prueba de funcionamiento del variador de frecuencia	31
Figura 34. Prueba de funcionamiento del PLC, HMI y variador de frecuencia	31
Figura 35. Prueba de funcionamiento de la pantalla HMI	32

Figura 36. Monitorización de las variables en los segmentos del programa	32
Figura 37. Monitorización de la variable de frecuencia	33
Figura 38. Monitorización del bloque de funciones “Generador de pulsos”	33
Figura 39. Medición de la corriente del motor trifásico	34

Lista de anexos

Anexo 1. Diseño en 3D de la estructura soporte de módulos	39
Anexo 2. Montaje del breaker tripolar	39
Anexo 3. Montaje de la fuente de alimentación 24VDC	40
Anexo 4. Montaje de la pantalla HMI SIMATIC KTP-700 Basic en el panel.....	40
Anexo 5. Montaje del controlador PLC S7-1200 y luces piloto.....	41
Anexo 6. Montaje del guardamotor en el panel.....	41
Anexo 7. Montaje del contactor tripolar en el panel.....	42
Anexo 8. Montaje del temporizador ON Delay	42
Anexo 9. Montaje del puente de conexiones en el panel.....	43
Anexo 10. Montaje del variador de frecuencia en una caja	43
Anexo 11. Cableado interno del módulo externo del variador de frecuencia.....	44
Anexo 12. Montaje del acoplador con el eje del rodillo fijo.	44
Anexo 13. Piezas de acople para el eje del rodillo móvil junto con sus tuercas de ajuste.....	45
Anexo 14. Conexión entre el eje del motor y del eje del rodillo fijo.....	45
Anexo 15. Construcción de la banda transportadora	46
Anexo 16. Diseño de la interfaz gráfica HMI en el software TIA Portal	46
Anexo 17. Presupuesto del proyecto.....	47
Anexo 18. Guía de la práctica #1- Control básico de un motor trifásico.....	48
Anexo 19. Guía de la práctica #2- Control de un motor trifásico con temporización.	52
Anexo 20. Control de un motor trifásico con un variador de frecuencia.....	56
Anexo 21. Monitorización y control de variables del proceso	59
Anexo 22. Animación de un entorno industrial en una interfaz gráfica.	63

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la automatización es una de las carreras de educación con mayor demanda en las industrias manufactureras. Esta especialidad está disponible en la mayoría de las instituciones educativas y plataformas de educación virtual. Desde la manufactura de productos hasta logística, los sistemas de control automatizado han logrado reducir costos operativos, reducir errores y mejorar la calidad de los productos. La integración de tecnologías como los controladores lógicos programables, sensores inteligentes y sistemas de monitoreo en tiempo real han cambiado la forma de trabajar en las industrias, con la capacidad de adaptarse a los cambios constantes y a la demanda del mercado. La automatización no solo es una ventaja competitiva sino una necesidad para la evolución de la industria, el éxito de estos sistemas depende en gran medida del conocimiento y habilidades de los profesionales que los operan, lo que resalta la importancia de este campo.

La enseñanza sobre este campo debe apuntar más allá de la teoría, proporcionando experiencias prácticas que les faciliten la comprensión. Para el presente proyecto se tiene la siguiente propuesta sobre el “Diseño e Implementación de un sistema didáctico de control automatizado para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real”, donde los beneficiarios son los estudiantes del Universitario Rumiñahui. El objetivo principal es proporcionar una plataforma de aprendizaje interactiva que simule entorno industrial, permitiendo que los estudiantes puedan trabajar con tecnología de control real en un ambiente seguro. Esta implementación contiene un PLC, sensores, controlador de velocidad y actuadores. El enfoque principal estará en la práctica, facilitando la comprensión de los conceptos teóricos y como propuesta se tiene un diseño e implementación de un módulo didáctico donde los estudiantes realizaran las prácticas de control de una banda transportadora, su entorno es similar al de una industria, el beneficio que reciben los estudiantes sería la experiencia en el armado de circuitos de control, programación del variador, PLC y diseño de interfaz gráfica en la pantalla HMI.

CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento del problema

En el mercado laboral ecuatoriano, las vacantes para los profesionales en la especialidad de Electricidad, Electrónica, Automatización industrial exige habilidades en el manejo de sistemas automatizados, ya que estos son fundamentales para mejorar procesos, la eficiencia y garantizar la seguridad en los entornos de producción. Existe un problema en la educación superior que tiene a la brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica, lo que limita la preparación de los estudiantes para enfrentar los retos del sector industrial. Es fundamental que los profesionales estén preparados para desarrollar proyectos en automatización industrial, dado que es una competencia clave en el sector.

Es necesario contar con módulos didácticos que se asemejen a un entorno industrial, con sus sensores y actuadores para fortalecer la enseñanza en esta rama, los estudiantes deben desarrollar competencias en un entorno de aprendizaje interactivo y realista. Según Creus (1989) la simulación de procesos industriales se empieza con el desarrollo de un programa que tiene la capacidad de repetir las características de dicho proceso ante las variaciones de las variables. No obstante, basado en la experiencia de profesionales egresados en diferentes instituciones educativas, siguen dependiendo de metodologías tradicionales que no integran tecnologías actualizadas, lo que limita la capacitación de los profesionales en habilidades demandadas por el mercado.

Las bandas transportadoras son un componente esencial en la automatización industrial, son más utilizadas en sectores de manufactura, logística y producción. Para el funcionamiento es necesario implementar un sistema de control que permita variar la frecuencia y la velocidad, además del monitoreo de parámetros críticos en tiempo real. Por esta razón, integrar una banda transportadora en un módulo didáctico que permite a los estudiantes familiarizarse con principios fundamentales de la automatización.

En este proyecto se plantea el “Diseño e implementación de un sistema didáctico de control automatizado para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real”, el objetivo es proporcionar una herramienta educativa para los estudiantes del Universitario Rumiñahui para reducir la brecha entre teoría y práctica, permitiendo a los estudiantes interactúen con tecnología de control real en un entorno seguro y orientado al aprendizaje.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui mediante la implementación de un módulo didáctico de control automatizado para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real?

1.3. Objetivo General

Desarrollar un sistema didáctico integral de control automatizado para una banda transportadora, integrando tecnologías modernas de control y monitoreo en tiempo real, con el fin de fortalecer las competencias prácticas de los estudiantes de la carrera de Electricidad y Electrónica.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Seleccionar los componentes más adecuados para el diseño de un sistema de control automatizado en una banda transportadora, considerando los requerimientos educativos y técnicos.
- Construir el módulo didáctico funcional, integrando los elementos seleccionados y asegurando su operatividad para el monitoreo en tiempo real.
- Evaluar el funcionamiento del sistema a través de pruebas, con el propósito de elaborar guías prácticas que faciliten su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.4. Justificación

La automatización juega un rol importante en el mejoramiento de los procesos productivos, ya que ha generado una creciente demanda de profesionales experimentados en sistemas automatizados. Sin embargo, existen instituciones de educación superior que tienen las especialidades técnicas en electricidad y electrónica con recursos educativos limitados que son parte de la malla curricular, donde los estudiantes tienen dificultades para desarrollar las competencias necesarias para el campo de automatización.

La implementación de un sistema didáctico de control automatizado para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real responde a la necesidad del aprendizaje interactivo que simula el entorno industrial. Mediante este sistema, los estudiantes se deben familiarizar con el uso de los controladores lógicos programables, variadores de frecuencia y sensores de monitoreo con la finalidad de que tengan la capacidad de diseñar, programar y supervisar los procesos automatizados.

Además, este proyecto ayuda a reducir la brecha entre la teoría y la práctica, facilitando un aprendizaje basado en la experimentación y mejorando la capacidad de resolver problemas. Desde una perspectiva institucional, la implementación de este sistema mejoraría la calidad de la educación, al conceder a la institución un recurso innovador que fortalece el perfil profesional de los estudiantes. Los beneficiarios de este proyecto son los estudiantes de electricidad y electrónica del Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui, su impacto se verá reflejado en la experiencia adquirida después de realizarse las prácticas en el módulo didáctico.

1.5. Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo la implementación de un sistema didáctico de control automatizado para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real. Los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Universitario podrán comprender y aplicar los conceptos de automatización industrial de forma práctica.

Este sistema será construido con elementos que son necesario para la elaboración de prácticas de control y automatización industrial, estará integrado por sensores, actuadores, dispositivo electrónicos y una pantalla para el monitoreo en tiempo real.

El proyecto no abarcará aplicaciones fuera del ámbito educativo, su alcance se limitará al uso como herramienta formativa dentro del laboratorio de automatización.

CAPÍTULO II

2.1. Automatización Industrial

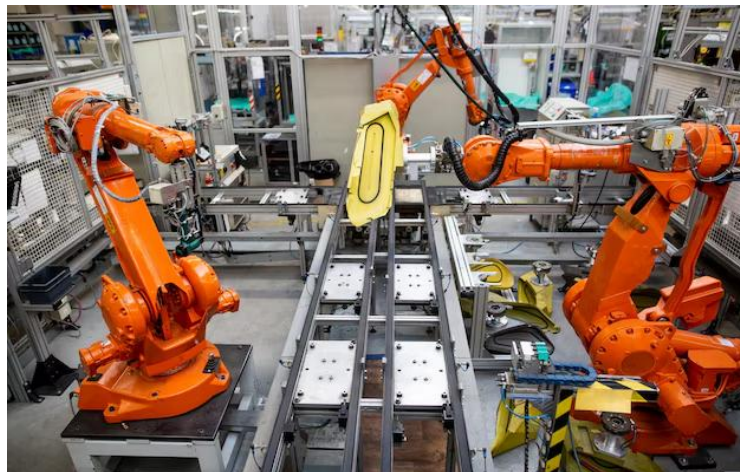
La automatización industrial nunca está exenta de inconveniente, puesto que, tienen un futuro muy brillante. Los robots del futuro serán multifuncionales, dado que, la misma maquina será utilizada para diferente propósito.

La automatización industrial se refiere al uso de sistemas de control para operar equipos en fábricas, con el objetivo de aumentar la eficiencia y reducir la intervención humana en tareas repetitivas y que representan riesgos significativos. Su implementación se basa en tecnologías avanzadas para supervisar y optimizar los procesos de producción, donde nos permitirán mediante dispositivos medir y controlar variables. Este campo abarca diversas tecnologías, incluidos los controladores lógicos programables (PLC), sensores, actuadores y sistemas de monitoreo. (Inzunza Acedo, Wrigh, Ghys, & Cools, 2020 p.5)

Es un sistema que tiene la única función de entrega un producto en el tiempo acordado, e implementa una técnica que es capaz de detectar cualquier error y solucionarlo inmediatamente, es muy importante sabe cómo integrarlo, para implementar ichos problemas con éxito.

Figura 1

Automotores industriales



Nota. Los automotores industriales son eficaces. Tomado de (Freepik, 2020)

2.2. Controladores Lógicos Programables (PLC)

Los PLC son dispositivos electrónicos diseñados para controlar maquinaria y procesos industriales. Se programan para ejecutar diversas tareas de control y automatización, permitiendo la monitorización y el ajuste en tiempo real de las variables del sistema en control de procesos. La programación de un PLC generalmente se realiza utilizando lenguajes como Ladder Diagram (LD) o Structured Text (ST). (Gomez Boges , Acosta Corzo, & Fundora Curbelo, 2020 p.7)

Un controlador lógico programable, es básicamente una computadora que es utilizada en la automatización industrial, permite controlar las maquinarias en la línea de montaje de una fábrica u otros procesos de producción.

Figura 2

Controlador lógico programable



Nota. Programan diversas tareas de control. Tomado de (Fisicotronica, 2017)

2.3. Variadores de Frecuencia

Con base en lo que comenta Vergara Murillo (2022), se evidencia que los variadores de frecuencia son dispositivos que permiten controlar la velocidad y el par de motores eléctricos mediante la variación de la frecuencia y la tensión de la alimentación. Estos dispositivos son esenciales en aplicaciones que requieren un control preciso de la velocidad, como en las bandas transportadoras, donde la eficiencia y el control son cruciales.

2.3.1. Funcionamiento

El funcionamiento de un variador de frecuencia se basa en la modificación de la frecuencia y la amplitud de la señal eléctrica que alimenta al motor, de acuerdo con la relación Voltaje-Frecuencia (V/f). Esta relación debe mantenerse constante para evitar que el motor pierda par, lo que podría afectar su desempeño. El VFD realiza este proceso en tres etapas principales. (Vergara Murillo, 2022)

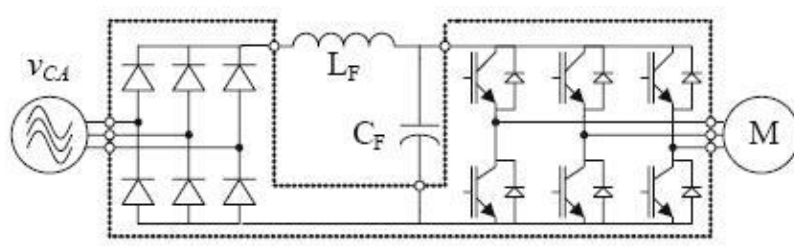
Rectificación: Esta constituido de varios diodos que permiten el paso de la corriente, con el propósito de obtener la señal en un semiciclo positivo, está presente en fuentes DC o adaptadores de voltaje.

Filtrado: La corriente continua obtenida pasa a través de un circuito de filtrado, que suaviza las fluctuaciones y elimina los armónicos indeseados.

Inversión: La corriente continua se convierte nuevamente en corriente alterna mediante un inversor que utiliza transistores (IGBTs) o MOSFETs. El inversor genera señales de CA moduladas en amplitud y frecuencia para adaptarse a las necesidades del motor. (Vergara Murillo, 2022)

Figura 3

Potencia del variador



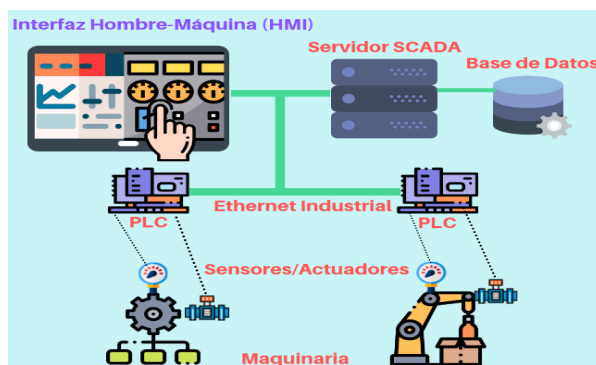
Nota. Modificación de frecuencia. Tomado de (Calleja Gjumlich, Guerrero Ramírez, & Jiménez Grajales, 2021)

2.4. Interfaces de Hombre-Máquina (HMI)

Son herramientas que permiten a los operadores comunicarse e interactuar con sistemas automatizados. Estas interfaces facilitan la supervisión, el control y el diagnóstico de procesos, proporcionando información crítica en tiempo real mediante pantallas gráficas y menús interactivos. Las HMI no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a la seguridad y el mantenimiento predictivo en entornos industriales. (Ferrin Bolaños, 2021)

Figura 4

Interfaz hombre - maquina



Nota. Mejoramiento de eficiencia. Tomado de (Generiselectronics, 2025)

2.4.1. Características principales de las HMI

Visualización en tiempo real: Las HMI muestran variables clave, como temperaturas, velocidades, flujos y estados del sistema, en gráficos e indicadores dinámicos. Esto permite a los operadores realizar ajustes inmediatos basados en información actualizada (Gutiérrez & Fernández, 2021).

Gestión de alarmas: Incluyen sistemas de alarmas configurables que alertan sobre fallos o condiciones anormales, lo que facilita una respuesta rápida para evitar daños en el sistema o interrupciones en la producción (Moreno & Sánchez, 2019).

Interacción amigable: Diseñadas para ser intuitivas, las HMI cuentan con interfaces táctiles, íconos gráficos y menús simplificados que reducen la necesidad de formación especializada (Pérez & Rodríguez, 2018).

Conectividad avanzada: Las HMI modernas se integran fácilmente con dispositivos como PLC, sensores y actuadores mediante protocolos de comunicación industrial como Ethernet/IP, Modbus y Profinet (Torres, 2020).

2.4.2. Componentes básicos de las HMI

Pantallas táctiles: Permiten una interacción directa con el sistema a través de gráficos dinámicos y botones virtuales.

Software de configuración: Programas como Ignition HMI, WinCC y FactoryTalk View permiten diseñar interfaces personalizadas y monitorear datos en tiempo real (Moreno & Sánchez, 2019).

Hardware industrial: Diseñado para entornos hostiles, el hardware de HMI es robusto y resistente a temperaturas extremas, polvo y vibraciones.

Figura 5
Sistema HMI



Nota. Visualiza la representación de los sistemas de control. Tomado de (Sicma21, 2021)

2.5. Bandas Transportadoras

Son sistemas esenciales en la industria moderna, diseñados para transportar materiales de manera continua y eficiente. Estas máquinas reducen significativamente los tiempos de traslado, mejoran la productividad y minimizan la intervención manual en procesos repetitivos. En su funcionamiento, las bandas transportadoras combinan elementos mecánicos y tecnologías de automatización, como los PLC (Controladores Lógicos Programables) y los variadores de frecuencia, para garantizar un control preciso y configurable a las necesidades determinadas de cada aplicación. (Muñoz González, 2023 p.7)

2.5.1. Componentes de las bandas transportadoras

Cinta transportadora: Elemento principal que se encarga de mover los materiales. Puede estar fabricada en diversos materiales, como goma, PVC o acero, dependiendo del tipo de carga y el entorno de trabajo (Martínez, 2019).

Rodillos: Apoyan y facilitan el movimiento de la cinta. Los rodillos pueden ser motorizados o libres, y su disposición asegura la estabilidad del material transportado.

Motor eléctrico: Es el encargado de proporcionar la energía necesaria para mover la cinta. Su velocidad y potencia pueden ser reguladas mediante variadores de frecuencia (López & Torres, 2018).

Estructura: Base de soporte diseñada para soportar cargas y resistir condiciones industriales adversas.

Figura 6

Parte de una banda transportadora



Nota. Traslada de un lugar a otro los materiales que se necesiten. Tomado de (Freepik, s.f.)

2.5.2. Automatización en las bandas transportadoras

El uso de PLC y variadores de frecuencia ha transformado la operación de las bandas transportadoras:

Control de velocidad: Los variadores de frecuencia permiten ajustar la velocidad del motor eléctrico en función de las necesidades del proceso, optimizando el consumo energético y evitando el desgaste mecánico innecesario (González et al., 2020).

Sensores: Sensores de proximidad, fotocélulas y peso metros permiten monitorear y ajustar el flujo de materiales automáticamente, aumentando la precisión del sistema (Martínez, 2019).

Figura 7

Sensor de proximidad



Nota. Establece un campo de detención. Tomado de (Eaton, s.f.)

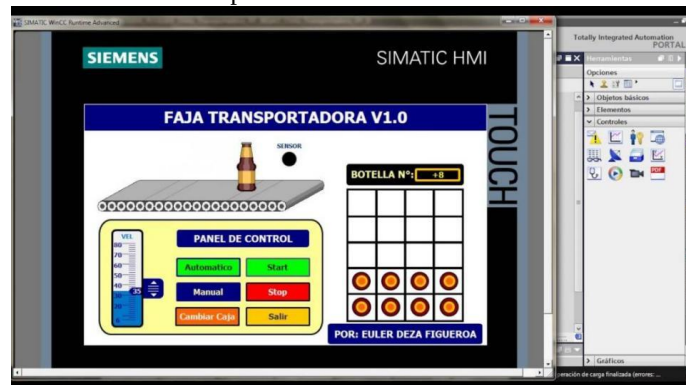
Diagnósticos en tiempo real: Los PLC recogen datos de los sensores y los procesan en tiempo real, permitiendo identificar fallos o necesidades de mantenimiento antes de que impacten la producción.

2.6. Monitoreo en Tiempo Real

El monitoreo en tiempo real es un aspecto crucial en la automatización industrial, ya que permite a los operadores obtener información instantánea sobre el estado del sistema. Esto facilita la identificación de problemas y la toma de decisiones rápidas para mantener la eficiencia del proceso. Los sistemas HMI desempeñan un papel fundamental en la implementación de estrategias de monitoreo efectivo (López, A., 2017).

Figura 8

Visualización en tiempo real e la banda transportadora



Nota. Obtiene información instantánea. Tomado de (Euler Deza Figueroa)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. El método científico

3.1.1. Tipos de investigación

En el contexto de la unidad de estudio sobre el diseño e implantación de una banda transportadora con monitoreo en tiempo real, se realiza una investigación descriptiva y exploratoria, este tipo de investigación se centra en la creación de un sistema que aporte en el aprendizaje y sirva como resolución de problemas prácticos en el ámbito académico, se aplican los conocimientos y principios teóricos, la investigación descriptiva es fundamental en el campo de la innovación, dado que, permite desarrollar soluciones concretas y aplicables a situaciones específicas, por otro lado, la investigación exploratoria, que permite la recolección de datos preliminares para identificar patrones o ideas que nos conduzcan a la comprensión del tema.

3.1.2. Métodos teóricos de investigación

De acuerdo a los métodos teóricos que fundamentaron la investigación, se consideraran los siguientes enunciados:

Método Analítico: Se realizó el análisis detallado de los componentes necesarios del sistema didáctico de la banda transportadora, antes de ser ensamblados, para entender su funcionamiento de cada uno. Se averiguo las características técnicas de cada uno de los dispositivos mediante la revisión de los manuales técnicos, ya que es importante tener en cuenta los parámetros eléctricos y mecánicos.

Método Sintético: Mediante el análisis de componentes individuales, se diseñó un circuito funcional capaz de realizar el control y medir la presencia de objetos. Este método permitió organizar un diseño mejorado que combine los dispositivos de control, sensores y software de monitoreo en un entorno didáctico.

Método Comparativo: Se comparó las diferentes tecnologías (diferentes marcas en el mercado ecuatoriano) de control utilizadas en bandas transportadoras industriales y se buscó

opciones más viables para un entorno educativo. Se detallo los criterios de comparación, tales como precisión, facilidad de uso, costo y aplicabilidad didáctica.

3.1.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para recolectar los datos necesarios para validar el desempeño del sistema, se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos:

Revisión documental: Se hizo una averiguación de conceptos básicos relacionados a la asignatura de automatización en libros, artículos científicos, manuales técnicos y normativas relacionadas a este campo. Esta técnica es útil para obtener información importante sobre el diseño, implementación y monitoreo de estos sistemas en el ámbito educativo.

Observación Directa: La observación del funcionamiento de bandas transportadoras en escenarios industriales y educativos será la primera acción que se desarrollará. El objetivo es conocer las características operativas y los retos que encierran en la experiencia didáctica. Los instrumentos serán guías de observación estructuradas que viabilicen la reproducción sistemática del ejercicio y la utilidad en el proceso de educación-aprendizaje.

Registro de Datos Técnicos: Por otro lado, se registrará los parámetros técnicos obtenidos al momento de la implementación del sistema didáctico como velocidad de la banda transportadora, frecuencia de operación, consumo de corriente, entre otros, así como la respuesta del sistema de control. Las hojas de registro, así como el uso de software de monitoreo en tiempo real serán fundamentales como instrumentos de registro, ya que serán aplicados para el análisis y mejora continua del sistema desarrollado.

3.1.4. Tratamiento de la información

Los estudios teóricos para la implementación de un módulo didáctico para una banda transportadora con monitoreo en tiempo real están dirigidos a una educación tecnológica del aprendizaje del estudiante activo, donde se desarrollarán teorías que respalden el desarrollo práctico de los módulos de aprendizaje proporcionando una base teórica para así implementar un sistema didáctico innovador.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO

4.1. Diseño de la propuesta

Para la construcción de este sistema didáctico se realizó la determinación de los componentes necesarios, donde cada uno es seleccionado en base a los criterios técnicos.

Como primer punto se diseñó el sistema mecánico de la banda transportadora, donde tiene la capacidad de transportar objetos de 0.5kg, el peso específico de una banda transportadora es de 5.9kg/m². Para determinar el peso total se tiene la siguiente formula:

$$P_{total} = P_{objeto} + P_{banda} \quad (11.1.0)$$

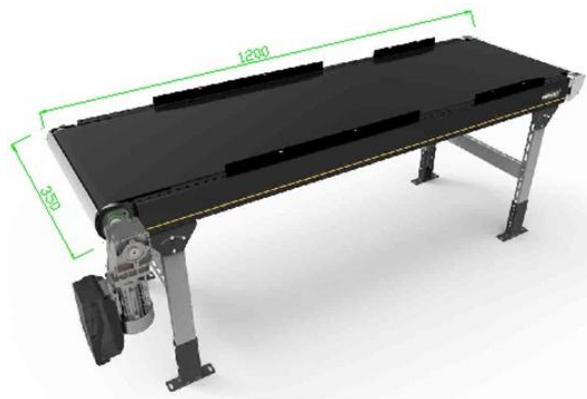
P_{total} = Es el peso total del sistema de la banda transportadora (Kg).

P_{objeto} = Es el peso máximo del objeto que se utilizará para desplazar (Kg)

P_{banda} = Es el peso de la banda transportadora (Kg).

Figura 9

Dimensiones de la banda transportadora.



Nota: Esta imagen fue editada en AutoCAD, fue tomada de Grabacad.

El peso de la banda es el producto del área de la cinta por peso específico.

$$P_{banda} = A \times P_{esp} \quad (11.1.1)$$

$$A = 2 \times a \times b \quad (11.1.2)$$

Donde:

A = Es el área de la cinta (m²).

a = Es el ancho de la cinta (m).

b = Es el largo de la cinta (m).

Como se puede notar en la figura anterior, se tiene las dimensiones de la cinta, donde su medida es en milímetros, se requiere transformar a metros.

$$a = 350mm = 0.35m \quad b = 1200mm = 1.2m$$

$$A = 2 \times (0.35) \times (1.2)m^2 = 0.84m^2$$

$$P_{banda} = 0.84m^2 \times 5.9 \frac{kg}{m^2} = 4.956kg$$

El peso total del sistema de la banda es:

$$P_{total} = 0.5kg + 4.956kg = 5.456kg$$

Una vez conocido el peso, se determina el torque necesario para que el motor tenga la suficiente fuerza para desplazar la carga:

$$T = F \times r \quad (11.1.3)$$

Donde:

F = Es la fuerza necesaria para mover el objeto junto con la banda transportadora (N)

r = Es el radio de la polea (m)

Para determinar la fuerza, se tiene que la fuerza es proporcional a la aceleración de la gravedad, donde es el producto del peso por la aceleración:

$$F = P_{total} \times g \quad (11.1.4)$$

Se tiene como conocimiento general que la aceleración es una constante con valor universal de $9.81m/s^2$, ya que se utiliza en muchas aplicaciones físicas.

$$F = (5.456kg) \times \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) = 53.523N$$

La fuerza necesaria mínima para mover el objeto es de 53.523N, el radio de la polea es de 60mm.

$$T = 53.523N \times (0.06m) = 3.211N.m$$

La potencia del motor es importante para seleccionar el motor, donde se tiene la siguiente expresión matemática:

$$P = T \times \omega \text{ (11.1.5)}$$

Donde:

P = Es la potencia mecánica del motor (w)

T = Es el torque necesario para el eje del motor (N.m)

ω = Es la velocidad angular del motor (rad/seg)

Se tiene como dato la velocidad deseada para el motor de 1680RPM (175.93 rad/seg), ya que sería suficiente para simular este entorno industrial.

$$P = 3.211N.m \times 175.93 \frac{rad}{seg} = 564.97W = 0.7576HP$$

La potencia necesaria debe ser mínimo 0.76HP, en el mercado ecuatoriano está disponible un motor de 1HP, ya que se tendría un 25% de potencia restante.

Figura 10

Motor trifásico de la marca Marathon modelo WX5500004-9002



Nota: Este motor fue seleccionado en base a los previos cálculos de peso, fuerza y potencia.

Una vez determinado la potencia del motor se requiere determinar la corriente nominal del motor, ya que con ese valor se determina el diámetro de los conductores del cable para cada fase y de los dispositivos de maniobra.

$$P = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos\theta \text{ (11.1.6)}$$

Donde:

V_{LL} = Voltaje de Línea entre fases (V)

I_L = Corriente de Línea en cada fase (A)

$\cos\theta$ = Factor de potencia (adimensional)

Realizando el despeje de la variable corriente de línea se tiene la siguiente ecuación:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times \cos\theta} \quad (11.1.7)$$

$$1HP = 745.7W \quad \cos\theta = 0.75 \quad V_{LL} = 220V$$

$$I_L = \frac{745.7W}{\sqrt{3} \times (220V) \times (0.75)} = 2.6093A$$

Para la selección de conductores se puede utilizar ecuaciones para determinar la sección mínima basado en la resistencia por metro, coeficiente de resistividad y la sección, se puede utilizar la tabla de calibres de conductores AWG, mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 1

Valores con diferentes calibres de conductores AWG, con sus valores nominales.

AWG	Diámetro (mm)	Área (mm²)	Amperaje
16	1.29	1.31	3.27
17	1.15	1.04	3.2
18	1.024	0.823	2.5
19	0.912	0.653	2.0
20	0.812	0.519	1.6
21	0.723	0.412	1.2
22	0.644	0.325	0.92

Nota: Esta tabla fue tomado del sitio web EnergyDcAc y fue editado.

El calibre más adecuado para los cables del sistema didáctico sería el 16 AWG, ya que tiene mayor disponibilidad en el mercado ecuatoriano y su costo es bastante accesible.

Para proteger al motor se requiere de un breaker y de un relé térmico, en este caso no se utilizaría un relé térmico, sino un guardamotor, este dispositivo es mucho mejor, ya que protege al motor contra sobre corrientes y cortocircuitos, este es diseñado para motores y se puede ajustar la corriente de disparo. El breaker si se utilizará ya que puede ser utilizado para la apertura y cierre de forma manual y a la vez protegerá a la red de servicio. Para el control se requiere de un contactor tripolar, este debe ser seleccionado en base al valor nominal que se calculó anteriormente, se tiene las siguientes expresiones para cada uno de los aparatos de maniobra y protección:

Breaker: $I_{breaker} = 1.25 \times I_n \quad (11.1.7)$

Contactor: $I_{contactor} = I_n \quad (11.1.8)$

Guardamotor: $I_{guardamotor} = I_n$ (11.1.9)

Basado en las expresiones anteriores se requieren estos dispositivos que tengan esa capacidad de corriente o superior, ver siguiente tabla:

Tabla 2

Valores calculados para la selección de aparatos de maniobra y protección.

Aparato	Capacidad adecuada	Voltaje compatible
Breaker	3.2616A	220V
Contactor	2.6093A	
Guardamotor	2.6093A	

Nota: Estos valores fueron calculados mediante las expresiones (11.1.7), (11.1.8) y (11.1.9).

Como ya se conoce los requisitos de cada uno de los aparatos, se ha seleccionado los siguientes con sus características técnicas:

Tabla 3

Lista de aparatos de maniobra y protección seleccionados para el módulo didáctico

		
Breaker C60N Número de polos: 3P Corriente nominal: 50A a 30°C Tipo de red: CC-CA Tecnología: Termomagnética Tipo de Curva: C Tensión: 220V 50/60Hz	Contactor LC1 D12 Número de polos: 3P Corriente nominal: 25A a 60°C Aplicación de control: Carga resistiva y control de motor. Tensión: 220V 50/60Hz	Guardamotor Número de polos: 3P Ajuste de corriente: 4 – 6.3A Corriente de disparo magnético: 91^a Tipo de control: Pulsador Corriente nominal: 6.3A

Nota: Estos aparatos fueron seleccionados de la marca Schneider y se consideró los valores nominales.

Para el control se seleccionó los siguientes componentes basándose la necesidad para las practicas que los estudiantes del Universitario Rumiñahui. El Controlador Lógico Programable que se selecciono fue de la marca Siemens, el CPU S7 1200, es el más utilizado en procesos industriales junto con la pantalla HMI KTP700 Basic PN, para ciertos circuitos se requiere de una fuente de alimentación de 24V, se eligió la fuente Siemens 6EP1332-1SH43 ya que cumple

con estos requisitos. En la siguiente tabla se detalla los elementos seleccionados para el control del motor.

Tabla 4

Lista de componentes necesarios para el control del sistema didáctico.

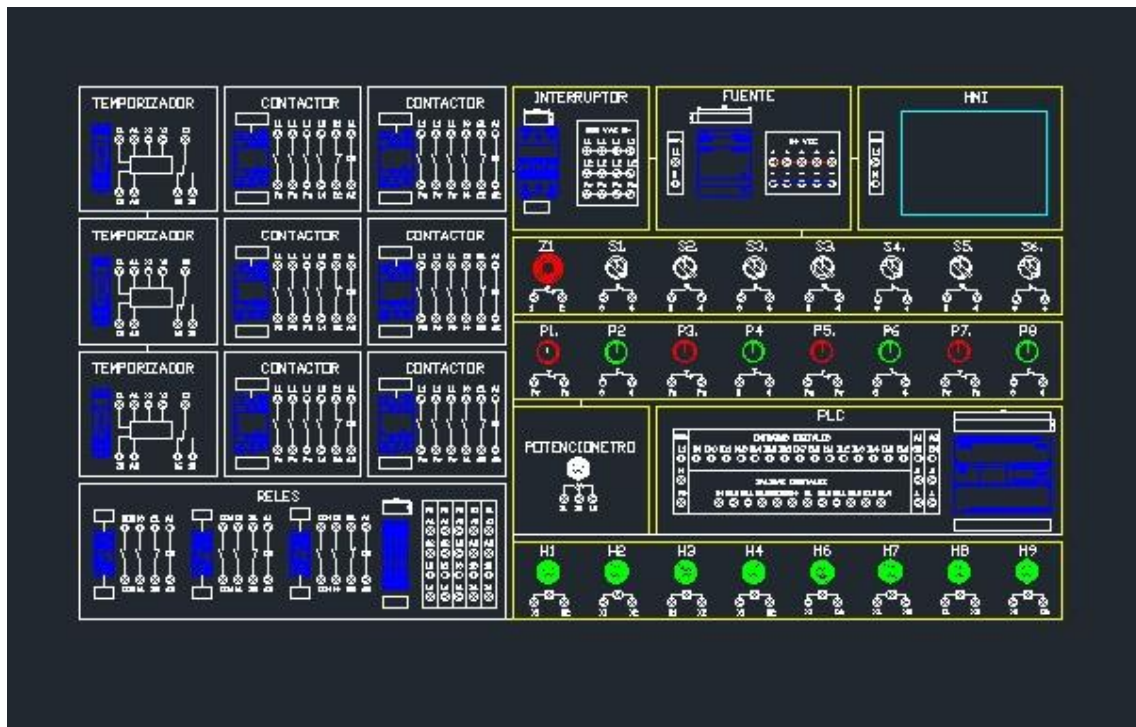
	Temporización con retardo a la conexión Corriente de salida nominal: 1s...300h Tensión de alimentación: 24...240 VAC Frecuencia de alimentación: 50...60Hz +/- 5% Endurancia mecánica: 10000000 ciclos
	PLC Siemens S7 1200 CPU: 1215C AC/DC/RLY Tensión de alimentación: 85-264VAC Digital Inputs: 14x24 VDC 6mA Digital Outputs: 10xRLY 30VDC/250VAC 2A Analog Inputs: 2x 10 bits 0-10VDC Analog Outputs: 2x10 bits 0 – 20mA
	Pantalla HMI KTP 700 Basic PN 6AV2 123-2GB03-0AX0 Voltaje de entrada: 24VDC Comunicación Profinet Corriente nominal: 0.44A
	Fuente de alimentación Siemens Modelo: 6EP1332-1SH43 Voltaje de entrada: 100-240V Corriente nominal: 1.22-0.66A Voltaje de salida: 24V

Nota: Estos elementos fueron seleccionados del Catalogo Siemens.

Una vez determinado los componentes necesarios para el control, se realizó el diseño del plano mecánico para las conexiones junto con el modelado 3D del tablero de control. Se eligió el programa de AutoCAD Electrical para diseñar el tablero del módulo didáctico.

Figura 11

Ubicación de los componentes del tablero del módulo didáctico



Nota: Esta imagen fue captura de la mesa de trabajo del programa AutoCAD y es de nuestra autoría.

Como se puede notar se tiene 18 divisiones, cada una tiene su aparato de maniobra y protección, para que el usuario realice las conexiones con los cables, se colocar unos terminales Jack Banana Hembra, estos pueden ser conectado con cables con Jack Banana Macho. Estos pueden ser reemplazados en caso de que exista algún daño.

Figura 12

Conectores Jack Banana Hembra - Macho



Nota: Estas imágenes fueron tomados del sitio web de la tienda Tecmikro.

En cada división se tiene colocado el aparato, pero va con su símbolo con la normativa ANSI/IEEE, esto es para que el estudiante pueda guiarse en las conexiones del circuito que será proporcionado en las guías prácticas.

Además, para la conexión de entradas digitales se utilizó los pulsadores NC y NA, también se utilizaron los selectores. Para la lectura de valores analógicos, se utilizó el potenciómetro, ya

que se trata de una resistencia variable y esta debe ser alimentada con una fuente de voltaje de corriente continua. En la siguiente tabla se tiene los sensores que son utilizados como entradas digitales y analógico. Asimismo, para la visualización de las salidas se utilizaron luces pilotos, ya que estas pueden funcionar con voltaje CC/CA.

Tabla 5

Lista de sensores para entradas digitales y analógico.

	Pulsador NA Corriente nominal: 6A Tensión de aislamiento: 600V Durabilidad mecánica: 1000000 ciclos.
	Pulsador NC Corriente nominal: 6A Tensión de aislamiento: 600V Durabilidad mecánica: 1000000 ciclos,
	Switch Selector Número de posiciones: 2 Contactos: NA+NC Durabilidad mecánica: 1000000 Ciclos
	Potenciómetro 10K Potencia: 1/2W Número de terminales: 3 Voltaje de alimentación: 5-24VDC
	Pulsador de emergencia Corriente nominal: 6A Tensión de aislamiento: 600V Durabilidad mecánica: 300000 ciclos

Nota: Cada imagen fue tomado la página de la tienda oficial Schneider.

4.2. Implementación

En esta fase se realizó el ensamblado del sistema didáctico, como primera etapa del proceso se construyó la estructura donde se ensambló el panel de componentes, se eligió al acero A36 ya que su costo es bastante accesible y es fácil de conseguirlo.

Figura 13

Construcción de la estructura base del módulo didáctico.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Una vez finalizada la estructura, se procedió a realizar cortes láser en una plancha de acero inoxidable con un espesor de 1 mm. Posteriormente, la pieza fue pintada con pintura electrostática para mejorar su apariencia. Los cortes láser fueron necesarios para garantizar una mayor precisión y exactitud en la fabricación de los componentes. Para enviar a cortar a laser se utilizó la plantilla que fue diseñada anteriormente el software AutoCAD, ya que el operador de la CNC requirió de ese archivo para posteriormente ser convertido en formato Gcode.

Figura 14

Panel del módulo didáctico con sus respectivos cortes para la ubicación de las piezas.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Se procedió a ubicar los componentes que fueron seleccionados previamente durante la fase de diseño. Para ello, se utilizó el esquema de conexión elaborado en AutoCAD, el cual se muestra en la siguiente figura. Además, se realizó el ajuste correcto de los pernos y tuercas utilizando herramientas como destornilladores y alicates.

Figura 15

Colocación de los componentes eléctricos en el panel del módulo didáctico.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

En la parte trasera del módulo didáctico se realizó las conexiones de los cables juntos con los conectores Jack Banana Hembra, ya que el estudiante que realice la práctica debe usar únicamente los cables y hacer uso de la guía práctica. Con la finalidad de reducir tiempos en el armado del circuito durante la ejecución de la práctica.

Figura 16

Conexiones en la parte trasera del panel del módulo didáctico.

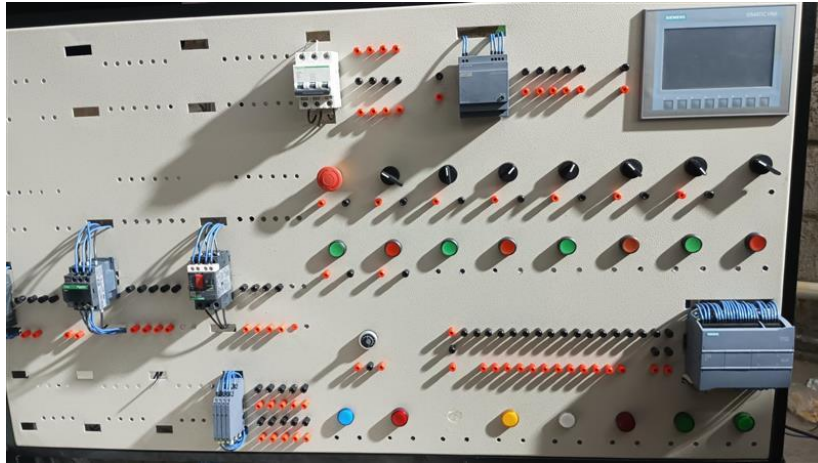


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

En la siguiente figura se tiene terminado el módulo didáctico con sus componentes colocados en su respectiva ubicación basado en el plano que fue diseñado previamente.

Figura 17

Panel del módulo didáctico con su respectiva ubicación de los componentes de control.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Para variar la velocidad del motor trifásico se construyó un módulo externo junto con sus conectores Jack Banana Hembra.

Figura 18

Colocación del variador de frecuencia en una caja.

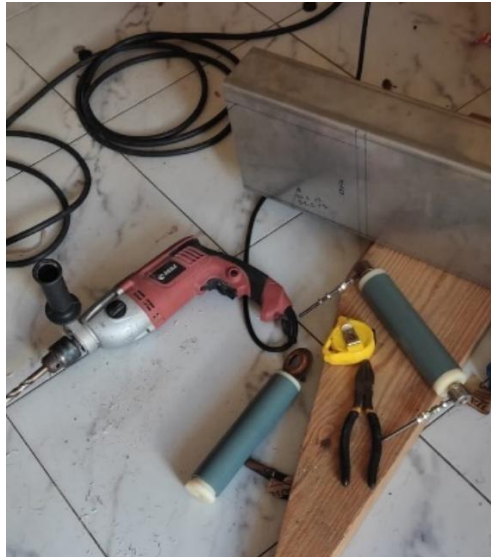


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

También se realizó el armado de una banda transportadora con diferentes materiales como el acero y el duralón, se realizó varios procesos como la soldadura, pulida y pintado de la estructura. Para la soldadura de la estructura se eligió el acero inoxidable ya que este material es resistente a la corrosión, tiene una alta durabilidad, estética y es resistente al calor. Se requirió del gas Argón para realizar la soldadura con TIG.

Figura 19

Fabricación de los rodillos con el material Duralón

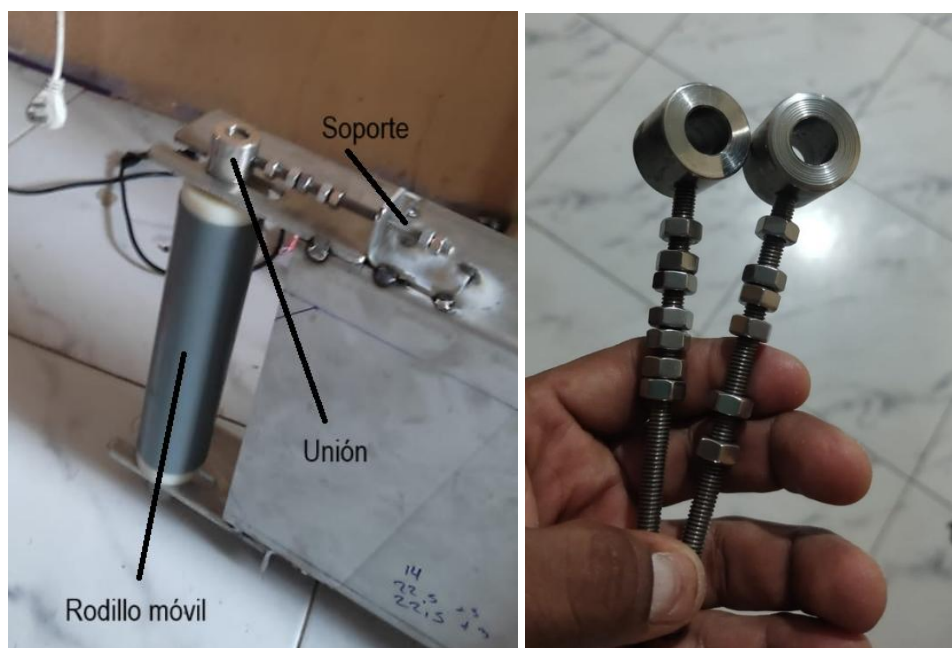


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Para la fabricación de los rodillos se realizó la perforación el centro, para que este ensamblado se utilizó tornillos y tuercas para el ajuste. Como se puede observar la siguiente figura en la base de la banda transportadora se tiene una ranura donde un rodillo quedaría móvil y el otro rodillo serio fijo.

Figura 20

Ensamblado del rodillo móvil



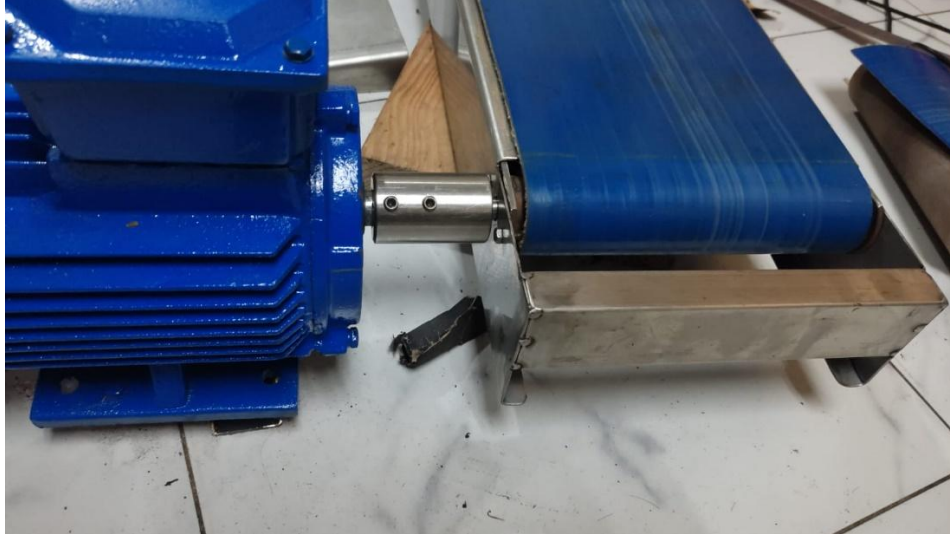
Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

El rodillo este ensamblado con una pieza cilíndrica, pero en centro se tiene un hueco con su rosca milimétrica, va ensamblado con su tornillo, ese tornillo contiene unas tuercas que permite realizar el ajuste de la distancia desde el soporte, es para que la banda se desplaza hacia delante

o hacia atrás sin que se desborde a los costados. Al rodillo fijo se lo conoce porque se encuentra anclado a la estructura en un hueco y esta no está en la ranura.

Figura 21

Ensamblado del rodillo fijo con el motor trifásico.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Para que la banda se encuentre apoyada, se tiene una superficie de acero, esto se lo realizo mediante el proceso de doblado, ciertas piezas fue necesario hacerle doblar.

Figura 22

Piezas de la banda transportadora de acero inoxidable sometidas a un proceso de doblado.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Para el motor fue necesario colocar una protección para evitar que los estudiantes sean sometidos al peligro de atrapamiento y de evitar que dañen el motor trifásico, también para proteger contra la humedad y evitar la corrosión interna del motor.

Figura 23

Instalación de la cubierta para el motor trifásico

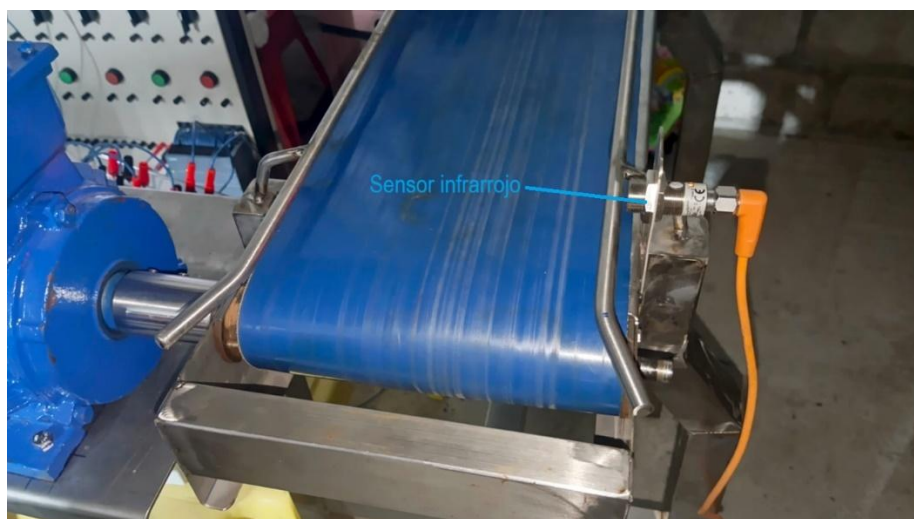


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

El conteo de los objetos que pasa a través de la banda se requiere de un sensor como el capacitivo, inductivo, infrarrojo y de visión. En este proyecto se utilizó un sensor infrarrojo capaz de detectar el objeto en caso de romper la barrera infrarroja.

Figura 24

Colocación del sensor infrarrojo en la banda transportadora



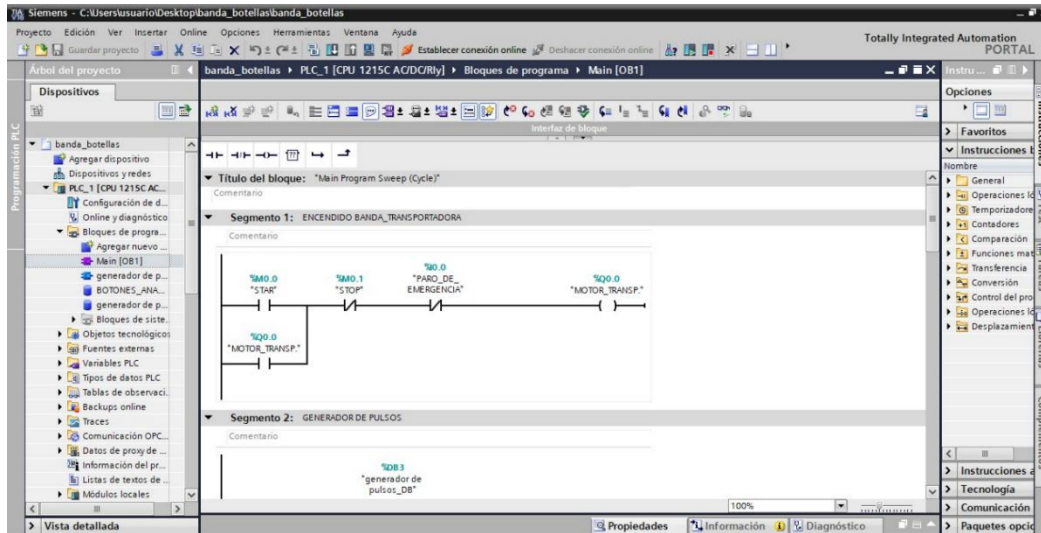
Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Este sensor va conectado a la entrada digital del PLC S7-1200, ya que su lectura sería de un estado lógico, no se requirió de ningún acondicionamiento de la señal, ya que viene diseñado para la conexión directa al controlador. Este es utilizado en la mayoría de aplicaciones industriales, puede soportar las vibraciones y la humedad.

La programación se lo realizo en software TIA Portal V16, donde se eligió el modelo de la CPU correcta y del firmware para posteriormente subirlo con sus correctos ajustes. El lenguaje que se eligió fue el KOP, consiste en diagrama similar al circuito eléctrico, a este se le conoce como Ladder.

Figura 25

Programacion de un arranque directo de un motor en lenguaje de programación KOP



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Además, fue necesario la creación de las variables que son parte del proceso, ya que deben ser identificadas como tipo de dato y su dirección correspondiente.

Figura 26

Tabla de variables estándar para la programación

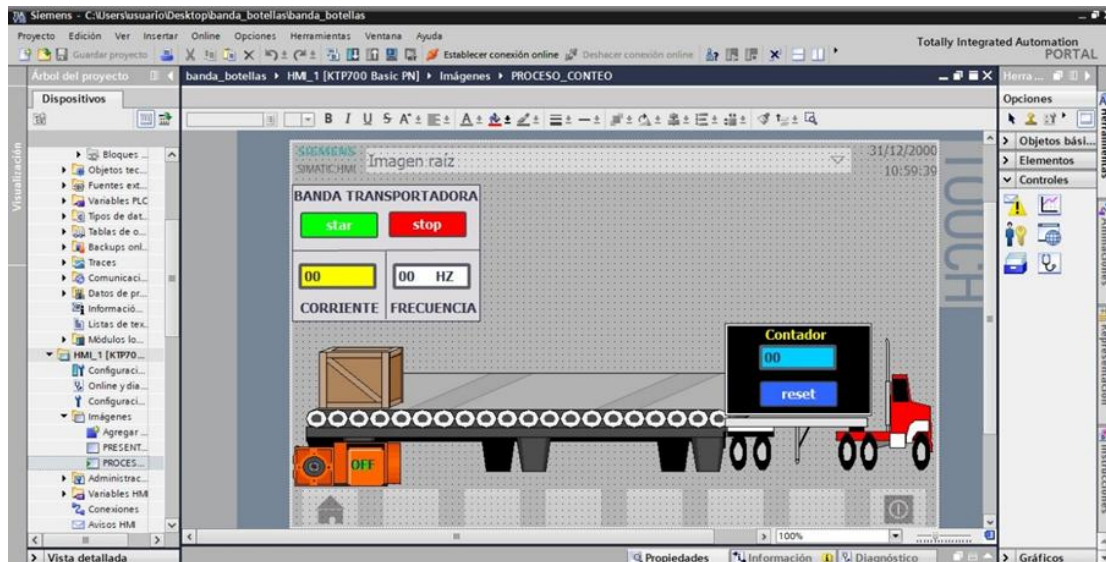
Número	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	I0.0	Bool	%I0.0					
2	I0.1	Bool	%I0.1					
3	I0.2	Bool	%I0.2					
4	I0.3	Bool	%I0.3					
5	I0.4	Bool	%I0.4					
6	I0.5	Bool	%I0.5					
7	I0.6	Bool	%I0.6					
8	I0.7	Bool	%I0.7					
9	I0.8	Bool	%I0.8					
10	I0.9	Bool	%I0.9					
11	I0.10	Bool	%I0.10					
12	I0.11	Bool	%I0.11					
13	I0.12	Bool	%I0.12					
14	I0.13	Bool	%I0.13					
15	I0.14	Bool	%I0.14					
16	I0.15	Bool	%I0.15					
17	I0.16	Bool	%I0.16					
18	I0.17	Bool	%I0.17					
19	I0.18	Bool	%I0.18					

Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

También se realizó el diseño de la interfaz gráfica de la pantalla HMI donde se utilizó los widgets que son parte de este entorno industrial, se utilizó algunas etiquetas para monitorizar las variables como la corriente y la frecuencia.

Figura 27

Diseño de la interfaz gráfica del entorno industrial

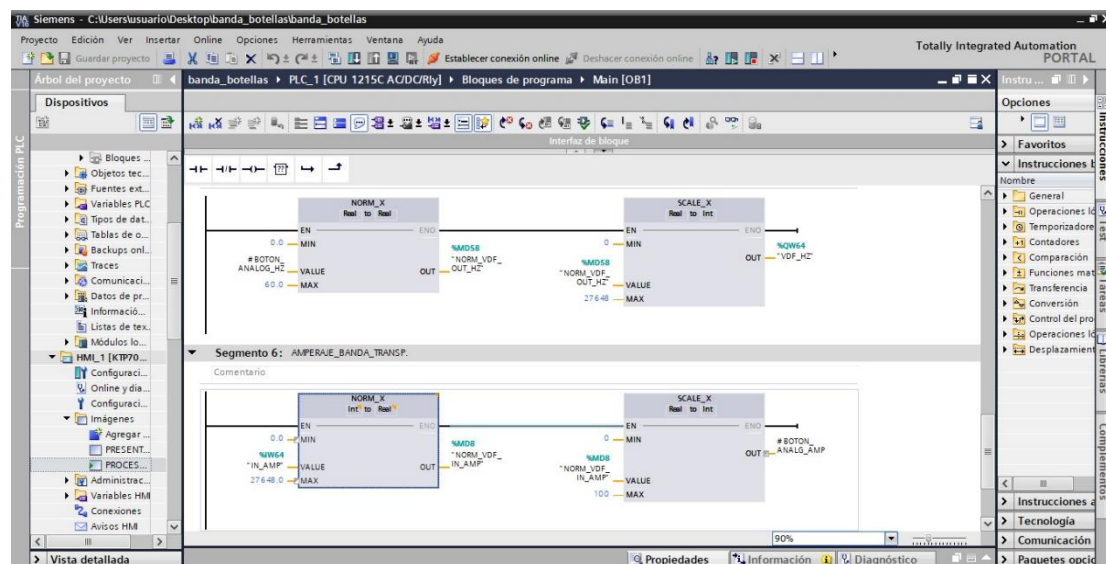


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Los valores de medición como la corriente y la frecuencia son provenientes de las salidas analógicas del variador de frecuencia, estos fueron conectados a las entradas analógicas del PLC S7 1200, estos valores fue necesario normalizar y escalar para que se visualicen en su unidad correspondiente.

Figura 28

Normalización y escalamiento de los valores de medición (frecuencia y corriente)

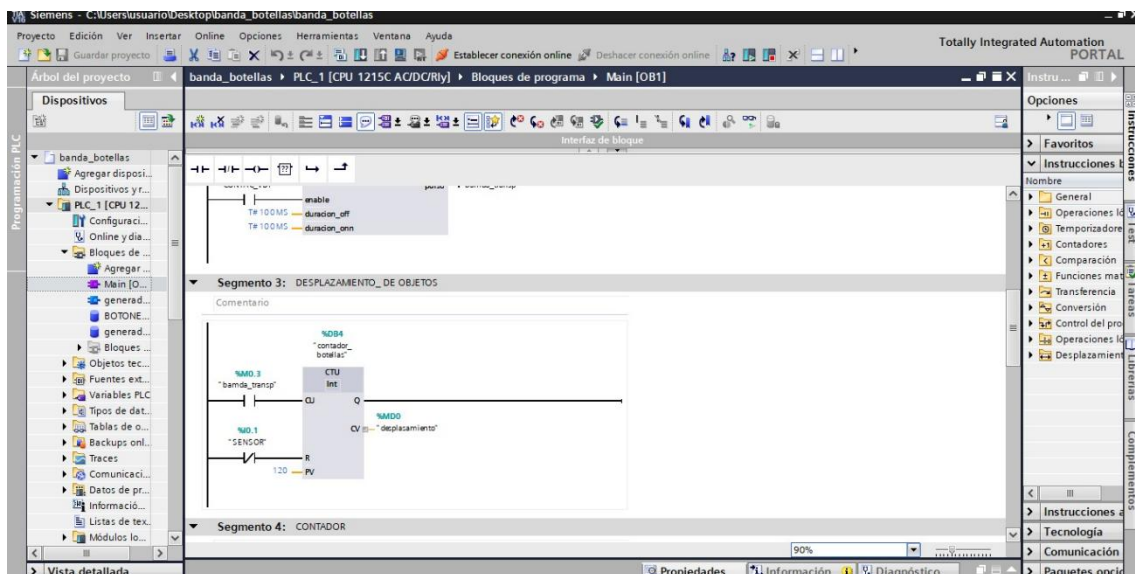


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Cada objeto que pasa por el sensor infrarrojo, debe ser registrado y debe ser incrementado, para ello se utilizó la función de un contador CTU, donde su valor se incrementa por medio de la transición del estado lógico del sensor.

Figura 29

Utilización de un contador de incremento para contar los objetos

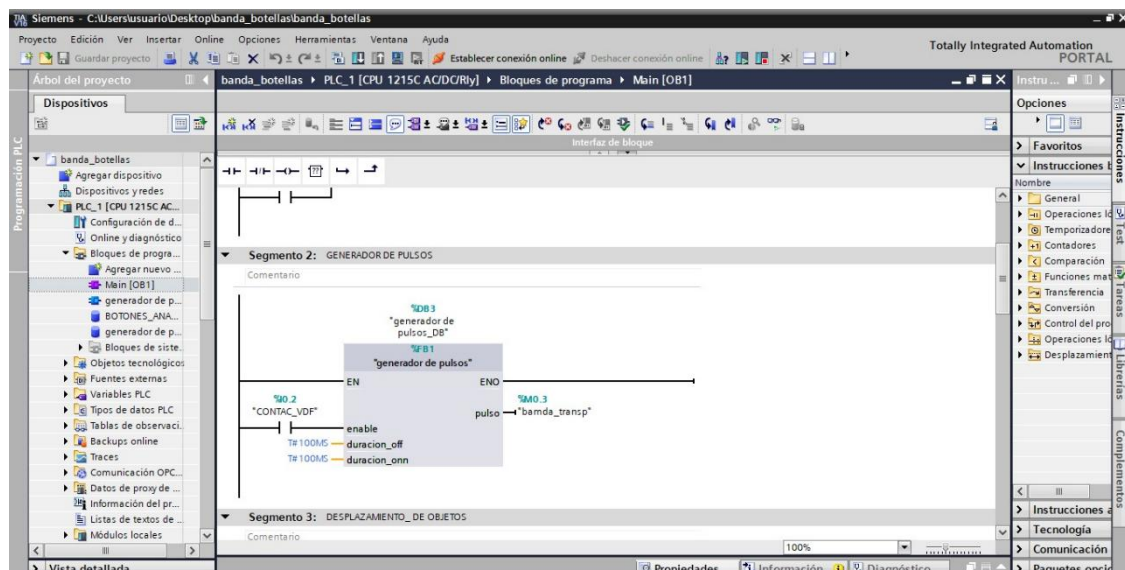


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

En la animación de la banda se requirió utilizar un generador de pulsos para que los objetos realicen una transición de fotogramas, ya que los iconos contienen imágenes en diferentes posiciones y para este cambio se requieren pulsos. Su duración es de 100ms, ya que, a esa velocidad, el usuario puede visualizar la animación de los objetos.

Figura 30

Utilización del generador de pulsos



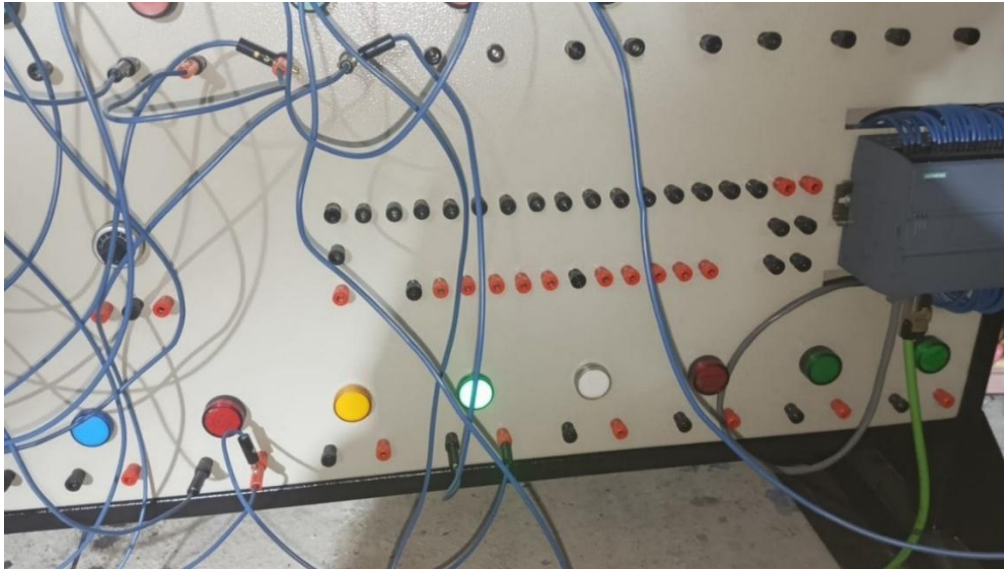
Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

4.3. Pruebas

Se realizaron algunas prácticas desde lo más básico hasta lo más complejo, la primera práctica sobre el arranque directo de un motor trifásico, con sus indicadores como las luces piloto, se utilizaron las protecciones como el breaker y el guardamotor para simular las fallas eléctricas.

Figura 31

Prueba del circuito arranque directo del motor trifásico con su foco indicador en buen funcionamiento

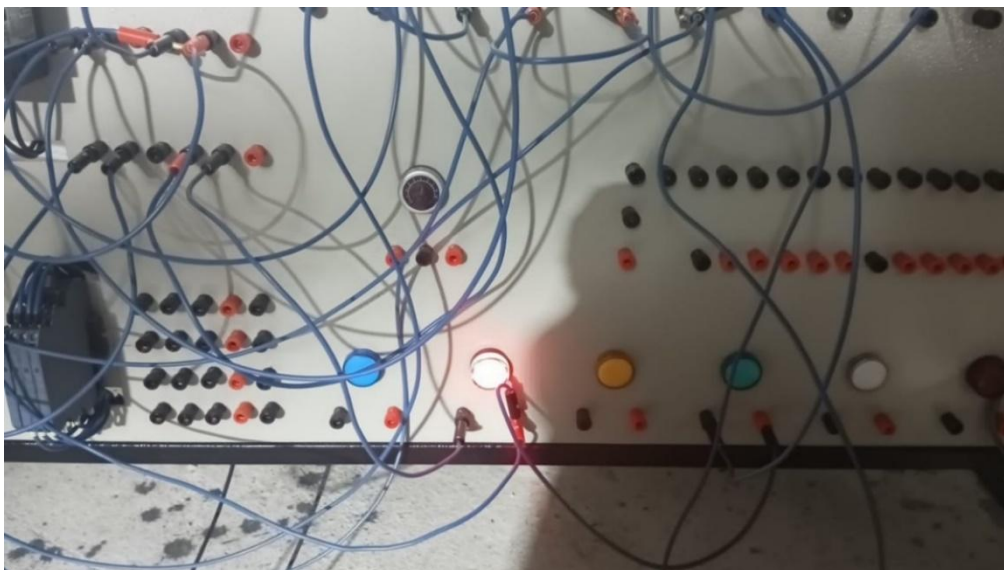


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Cuando el motor está en funcionamiento se enciende una luz piloto verde, cuando está fuera de funcionamiento o detenido a causa de una sobreintensidad o un cortocircuito, fue necesario utilizar estos indicadores para que el usuario identifique cual contacto esta activado.

Figura 32

Prueba del circuito arranque directo del motor trifásico con su foco indicador fuera funcionamiento



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

En la tercera guía se realizó un control de un trifásico mediante el uso de un variador de frecuencia, donde se tiene entradas analógicas y digitales, para controlar el sentido de giro se utilizó las entradas y en la configuración se estableció la acción que se ejecuta mediante el accionamiento de las entradas. Además, se modificó los parámetros eléctricos que son provenientes de la placa del motor.

Figura 33. Prueba de funcionamiento del variador de frecuencia

Prueba de funcionamiento del variador de frecuencia

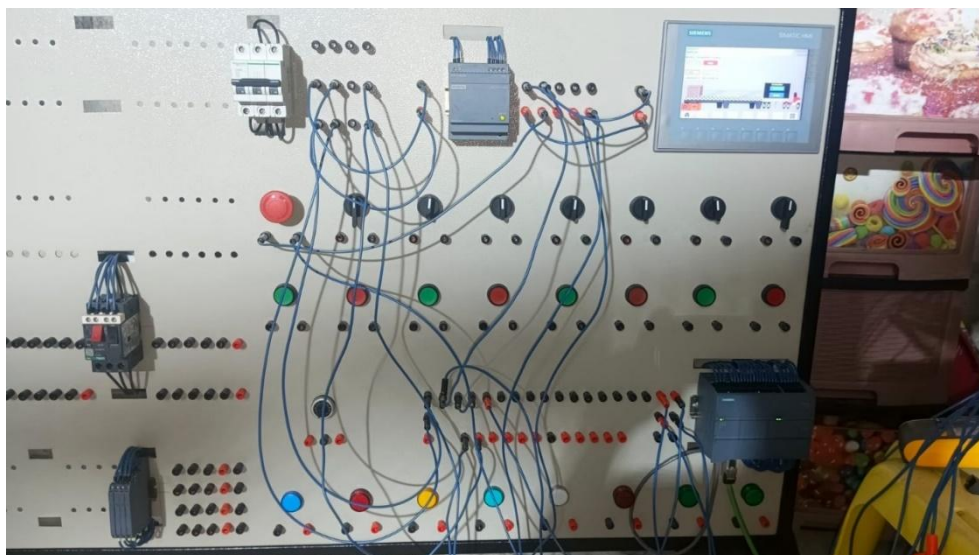


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

En la cuarta guía, se realizó un control de un motor de forma indirecta con un controlador lógico programable, se enlazo los módulos analógicos con los del variador, tanto entradas como salidas, se realizó el control de velocidad desde la pantalla HMI.

Figura 34

Prueba de funcionamiento del PLC, HMI y variador de frecuencia

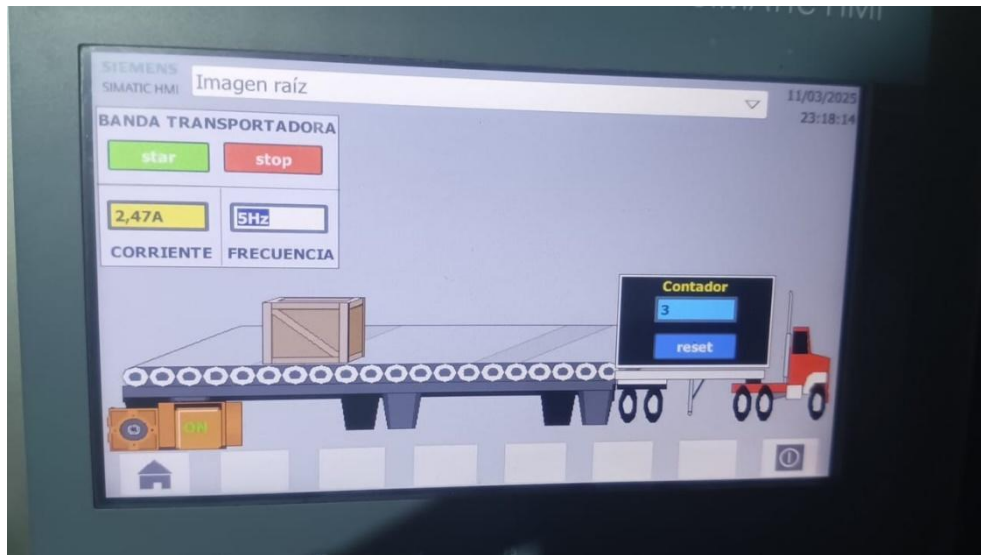


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Como se puede observar en la siguiente figura, se tiene que la frecuencia del motor puede ser regulada desde la pantalla, además se puede visualizar en tiempo real el cambio de las variables, en caso de ser alterado la frecuencia, el usuario da un toque sobre la etiqueta de frecuencia y se mostrara un teclado virtual

Figura 35

Prueba de funcionamiento de la pantalla HMI

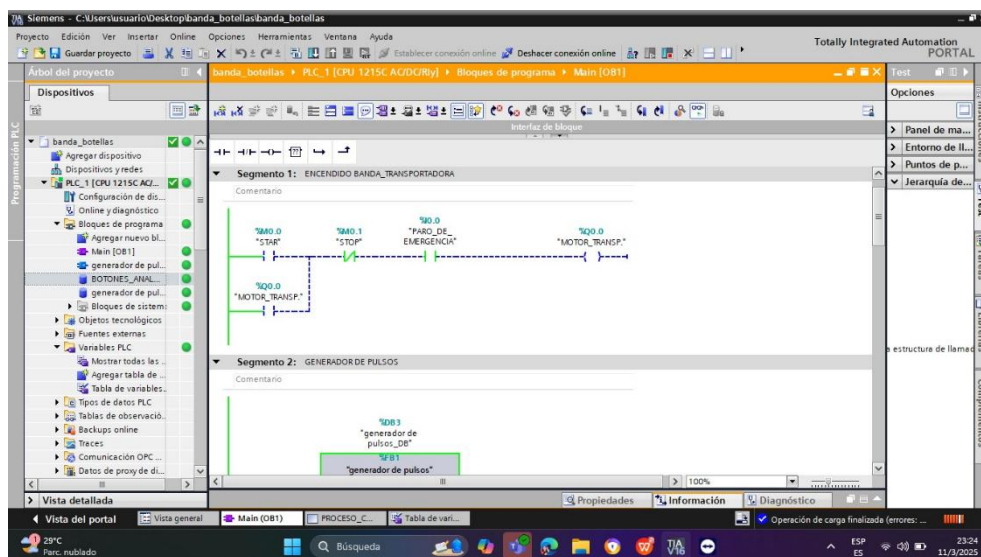


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Para asegurar el funcionamiento se realizó la visualización de las variables en cada segmento, donde se puede observar los contactos que se cierran y se abren, con esto se identifica las fallas de la programación en caso de no ejecutarse correctamente. Ese esquema del segmento 1 es el mismo que se utiliza para arrancar de forma directa del motor, es similar al circuito en físico.

Figura 36

Monitorización de las variables en los segmentos del programa (Arranque directo del motor)

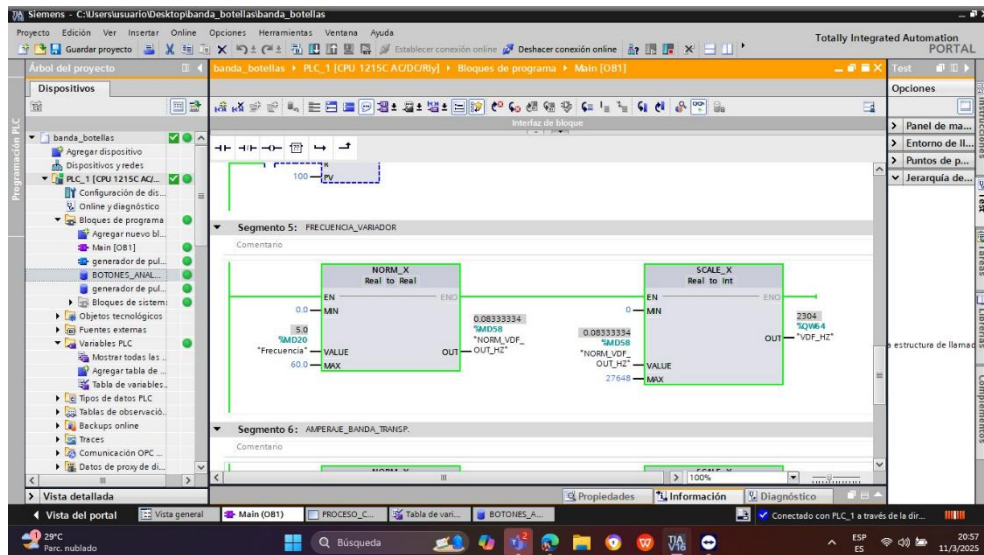


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Se logro observar la correcta normalización y escalado de la frecuencia, se tiene una frecuencia de un rango de 0 a 60Hz, mientras que el valor analógico del PLC es de 0 a 27648, la normalización es solo para hacer una interpolación conservando el mismo tipo de dato, mientras que el escalado es para otra interpolación, sino que se cambia el tipo de dato.

Figura 37

Monitorización de la variable de frecuencia

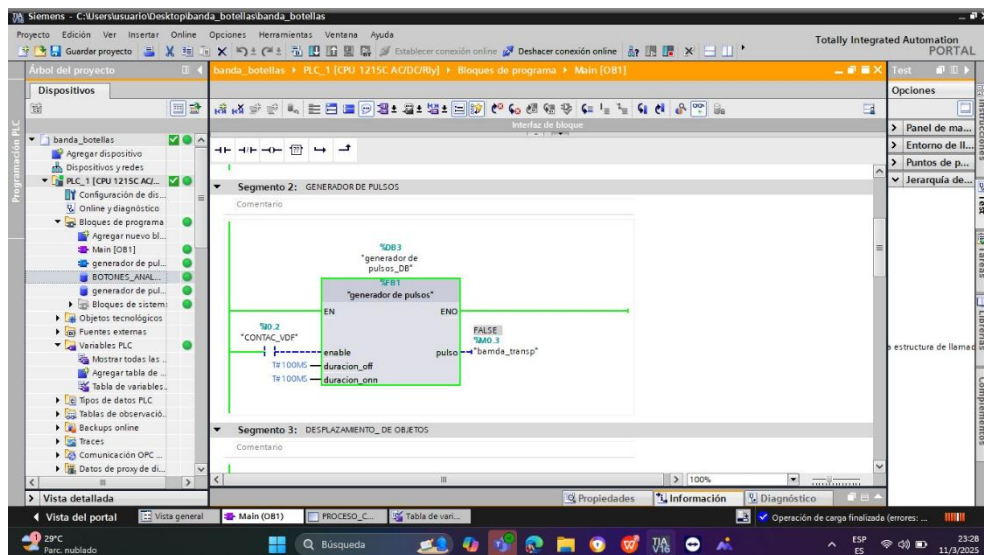


Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

El generador de pulsos se puede observar que existe una oscilación donde se aprecia que se activa el bloque en ese tiempo de 100ms y después de desactiva por ese tiempo y se reinicia el ciclo de manera indefinida, solo puede romper ese ciclo cuando el contacto que está en el Enable este abierto.

Figura 38

Monitorización del bloque de funciones “Generador de pulsos”



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

La medición de corriente con el multímetro Fluke fue necesaria para comprobar la similitud del valor del HMI como del instrumento de medición.

Figura 39

Medición de la corriente del motor trifásico



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Finalmente, en la guía 5, se ha realizado la animación de los widgets del entorno industrial, donde se utilizó los pulsos generados dentro del programa, ya que solo se hizo una transición de las imágenes y se utilizó el mismo diseño que se puede apreciar en la figura 36.

4.4. Resultados

Se realizaron las pruebas de funcionamiento y cumple las expectativas planteadas desde el inicio del proyecto. Se tiene la siguiente tabla donde se ha evaluado cada uno de los indicadores.

Tabla 6

Evaluación del funcionamiento del sistema didáctico

Indicador evaluado	Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido
Arranque de motor	Armado del circuito con aparatos de maniobra y protección.	El motor debe arrancar con pulso de inicio y ser desactivado por el pulso de paro y por falla.	-Inicio de motor correcto -Paro de motor correcto
Inversión de giro de motor	Armado del circuito de control con variador de frecuencia.	La inversión de giro se lo realiza mediante el control de las entradas digitales.	-Sentido horario correcto -Sentido antihorario correcto
Luces pilotos	Indicadores de buen funcionamiento y falla.	Si el motor funciona se enciende luz verde, caso contrario luz roja.	-Luz verde en funcionamiento -Luz roja activa por falla.
Precisión del sensor infrarrojo	Detección de presencia del objeto. Incremento del número de objetos.	El numero de objetos debe incrementar en caso de que el sensor detecte.	-Incremento de objetos por presencia exitosa.
Medición de la frecuencia y corriente	Uso de las salidas analógicas del variador de frecuencia (0-10V).	Estos valores se mostrarán en la pantalla HMI.	Visualización correcta de valores de medición
Animaciones en la pantalla	Transición de imágenes del entorno industrial	Objetos en movimiento	Los objetos se desplazan durante la ejecución del proceso.

Nota: Esta tabla fue desarrollada mediante las pruebas de funcionamiento.

El variador de frecuencia fue necesario realizar estos ajustes para su correcto funcionamiento, estos valores fueron obtenidos de la placa de datos. Fue importante revisar el manual del variador de frecuencia, ya que si no es configurado correctamente puede presentar fallas durante su ejecución.

Tabla 7

Lista de parámetros de configuración del variador de frecuencia

Parámetro	Descripción	Valor requerido	Unidad
Tensión de entrada	Voltaje de alimentación para el variador	220 - 240	V
Frecuencia de entrada	Frecuencia de la red de servicio	50 - 60	Hz
Tensión de salida	Voltaje de alimentación para el motor	220	V
Frecuencia de salida	Frecuencia para el variador	60	Hz
Corriente nominal Motor	Corriente de consumo del motor	2.6	A
Potencia del Motor	Potencia de consumo del motor	746	W
Velocidad nominal	Velocidad del motor sin carga	1400 - 1800	RPM
Rampa de aceleración	Tiempo para alcanzar la velocidad deseada	5	s
Rampa de desaceleración	Tiempo para disminuir la velocidad	5	s
Frecuencia mínima	Frecuencia más baja permitida	5	Hz
Frecuencia máxima	Frecuencia más alta permitida	60	Hz
Protección térmica	Protección contra sobreintensidad	Activada	-
Límite de sobre corriente	Corriente excedente permitida	120	%
Modo de frenado	Tipo de desaceleración	Inyección de corriente CC	-

Nota: Esta tabla se realizó en base a los valores que configure en el variador.

Durante el desarrollo de las cinco prácticas, se notó ciertas diferencias, cuando se hace un control solo con aparatos de maniobra, funciona correctamente pero la vida útil del motor puede disminuir debido a que la corriente de arranque es mayor que la nominal y puede afectar a los bobinados y a las piezas mecánicas, si se utiliza un variador de frecuencia, la velocidad va desde el valor mínimo hasta el máximo y si se agrega un PLC y HMI el control se lo puede hacer de forma remota o local, para ambos el costo puede elevarse, por esta razón se hizo una tabla comparativa de los métodos de control de la banda transportadora, donde se tiene lo siguiente:

Tabla 8

Comparación de los métodos de control de la banda transportadora

Parámetro	Aparatos de maniobra	Variador de frecuencia	PLC y HMI
Modo de operación	Encendido y apagado directo (velocidad máxima)	Control de velocidad, arranque directo e inversión de giro.	Control total del proceso. Puede ser local o remota.
Consumo de energía	Alto a causa a los picos de corriente	Reduce la corriente de arranque	Optimizado se puede controlar la velocidad y la corriente de consumo.
Protección del motor	Requiere aparatos de protección	No requiere aparatos de protección, el mismo puede proteger.	Se puede alterar desde la pantalla.
Control de velocidad	Ninguna	Si ajustable desde el variador.	Se requiere utilizar las salidas analógicas y se debe programar con funciones.
Costo de implementación	Bajo	Medio	Alto
Flexibilidad	Baja (Enciende y apagada el motor)	Media (Ajuste de parámetros)	Alta (Integración de sensores y otros sistemas)
Monitoreo de variables	No	Si	Si
Vida útil del motor	Menor a causa de los picos de corriente	Mayor por la reducción de armónicos.	Alta

Nota: Esta tabla se realizó para una evaluación comparativa.

Cuando el estudiante realice la ejecución de las practicas debe analizar cuál de los métodos sería el más conveniente a la hora de tomar una decisión con respecto al control de las bandas transportadoras. Es importante considerar el costo de la implementación en industria y también el tiempo de realización de este proyecto.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los componentes fueron seleccionados mediante los cálculos que se realizaron inicialmente como la potencia del motor y la corriente nominal. Estos parámetros eléctricos fueron necesarios para seleccionar los dispositivos de maniobra y protección, también es necesario tener en cuenta esos valores para la configuración de variador de frecuencia.
- La construcción se ha realizado con éxito, ya que cada material fue elegido para que tenga durabilidad y resistencia a la deformación, la estructura de la banda transportadora se construyó con el acero inoxidable ya que este resistente a la corrosión. La soldadura fue realizada por el MIG para una mejor calidad y unión de los tubos. Los componentes fueron ensamblados mediante la ubicación como se indicaba en el plano en AutoCAD, se realizó en orden y con criterio técnico.
- Las pruebas de funcionamiento se realizaron con la finalidad de garantizar un módulo didáctico en excelentes condiciones, además se realizaron diferentes circuitos con la banda transportadora con la finalidad de desarrollar las guías prácticas, que los estudiantes lo realizaran durante el curso.

5.2 Recomendaciones

- Antes de comprar los componentes, es necesario conocer las características técnicas y determinar si estos pueden soportar la corriente nominal y voltaje de alimentación. En caso de no seleccionar, existe la posibilidad de que exista fallas en el circuito.
- En el diseño de la estructura es necesario realizar un estudio de carga mecánica, cada material tiene su resistencia máxima a la deformación, se puede utilizar el análisis de elementos finitos o se puede utilizar aplicaciones para simular su comportamiento frente a ciertas cargas.
- Para este módulo didáctico se recomienda colocar sensores para detectar objetos y realizar aplicaciones como un contador de objetos, además se puede implementar un sistema de visión artificial para identificarlos y que se realice otras acciones.

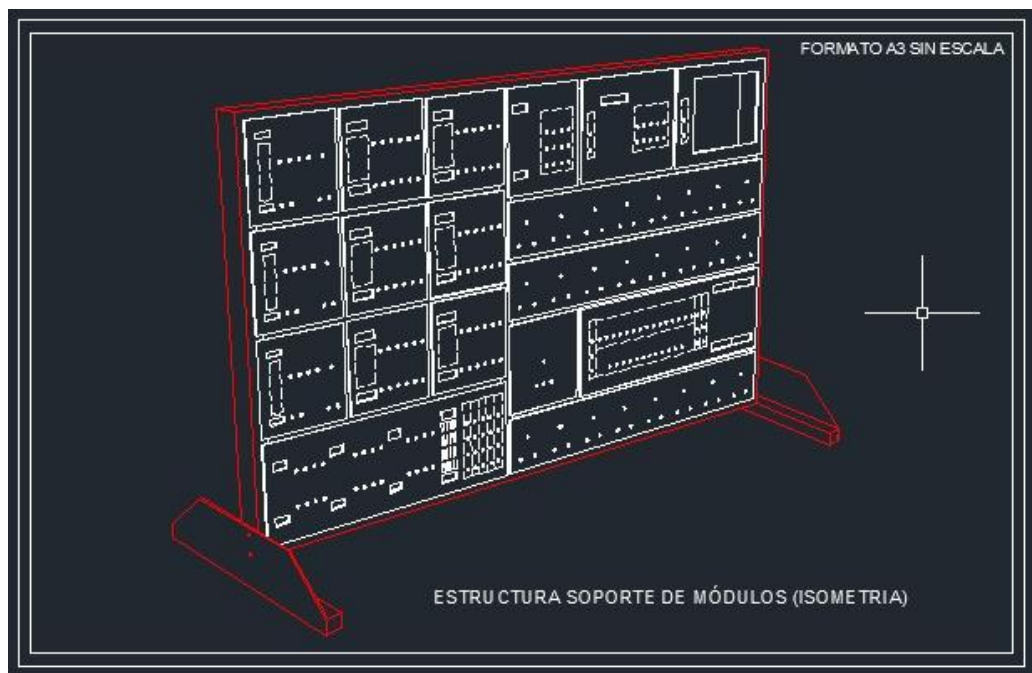
5.3 Referencias

- Calleja Gjumlích , J., Guerrero Ramírez , G., & Jiménez Grajales , H. (2021). Maximización del índice vida útil/volumen de los filtros usados en accionadores de máquinas eléctricas. *Scielo*.
- Eaton. (s.f.). *¿Qué es un sensor de proximidad capacitivo?* Obtenido de Eaton: <https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/controls-drives-automation-sensors/sensors---limit-switches/capacitive-proximity-sensor.html>
- Euler Deza Figueroa. (s.f.). FAJA TRANSPORTADORA -S71200- HMI [video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gPZ8FtoS2q8>
- Ferrín Bolaños, C. (2021). Interfaz humano-computador basada en gestos faciales y orientada a la aplicación WhatsApp para personas con limitación motriz de miembros superiores. *Scielo*, 10-12.
- Fisicotronica. (02 de Marzo de 2017). *PLC (Controlador Lógico Programable)*. Obtenido de Fisicotronica: <https://fisicotronica.com/plc-controlador-logico-programable/>
- Freepik. (2020). *Fotos De Maquinaria Industrial Robot*. Obtenido de Freepik: <https://www.freepik.es/fotos/maquinaria-industrial-robot/8>
- Freepik. (s.f.). *Imágenes De Bandas Transportadoras*. Obtenido de Freepik: <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/bandas-transportadoras>
- Generiselectronics. (22 de 01 de 2025). *Paneles de operador HMI*. Obtenido de Generiselectronics: https://generiselectronics.com/es/module/xipblog/single?id=32&rewrite=hmi-operator-panel&page_type=post
- Sicma21. (11 de Octubre de 2021). *Qué es un HMI y cómo funciona*. Obtenido de Sicma21: <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>
- Vergara Murillo, M. (2022). Optimización energética en variadores de frecuencia de los bloques 16 y 67 del Oriente ecuatoriano. *Scielo*, 5.
- Especialista, E. (2023, noviembre 27). *Que son galgas de conductores eléctricos*. Energy DC/AC. <https://energydcac.com/galgas-conductor-electrico/>
- (S/f). Wwww.se.com. Recuperado el 27 de febrero de 2025, de <https://www.se.com/ar/es/product/GV2ME10/guardamotor-termomagn%C3%A9tico-tesys-deca-46-3a-pulsador/>
- (S/f-b). Wwww.se.com. Recuperado el 27 de febrero de 2025, de <https://www.se.com/cl/es/product/LC1D12M7/contactor-tesys-deca-3p-12-a-ac3-220v-ac-50-60hz/>
- (S/f-c). Wwww.se.com. Recuperado el 27 de febrero de 2025, de <https://www.se.com/es/es/product/RE22R1MYMR/harmony-time-multifunci%C3%B3n-de-temporizaci%C3%B3n-del-rel%C3%A9-0-05s-300h-24-240-v-ac-dc-1c-s/>
- Conector Plug Banana. (s/f). TECmikro Ecuador. Recuperado el 1 de marzo de 2025, de <https://tecmikro.com/conectores/307-conector-plug-banana.html>
- Solé, A. C. (1989). *Simulación de procesos con PC*. Marcombo.

ANEXOS

Anexo 1

Diseño en 3D de la estructura soporte de módulos (Isometría).



Nota: Esta imagen fue capturada del programa de AutoCAD del diseño de la estructura.

Anexo 2

Montaje del breaker tripolar, pulsador de emergencia zeta, llave selectora y pulsadores NA y NC



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 3

Montaje de la fuente de alimentación 24VDC, 2 llaves selectoras, pulsadora NA y NC.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 4

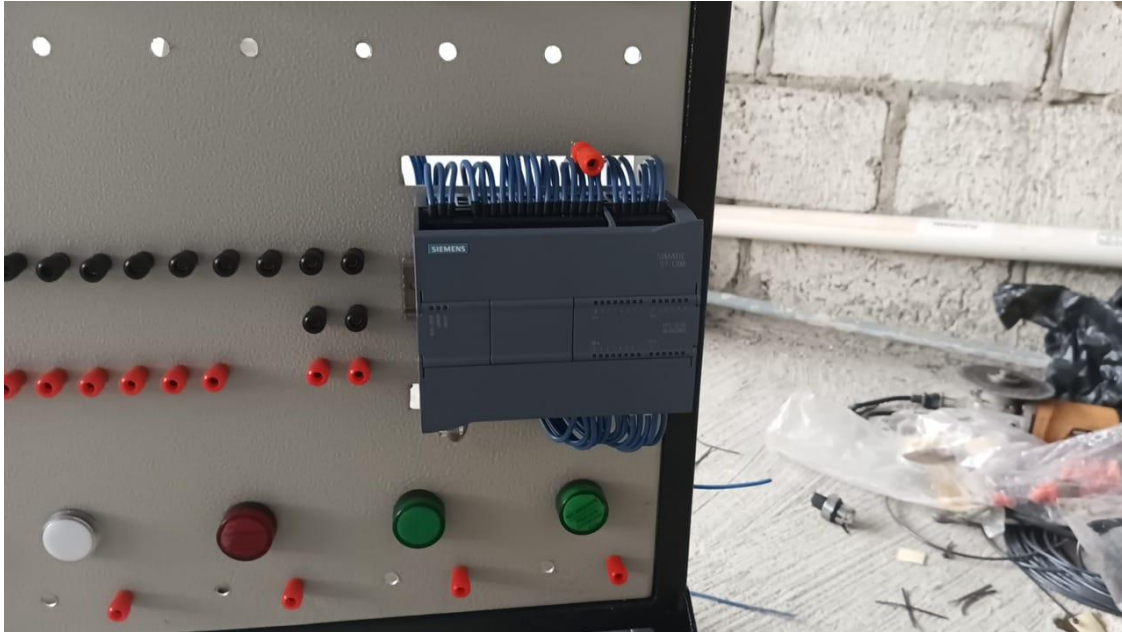
Montaje de la pantalla HMI SIMATIC KTP-700 Basic en el panel.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 5

Montaje del controlador PLC S7-1200 y luces piloto.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 6

Montaje del guardamotor en el panel.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 7

Montaje del contactor tripolar en el panel.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 8

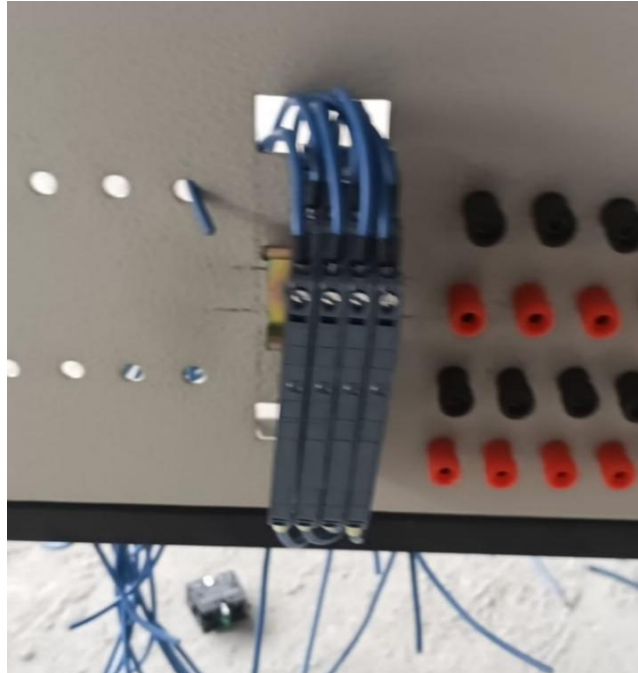
Montaje del temporizador ON Delay



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 9

Montaje del puente de conexiones en el panel.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 10

Montaje del variador de frecuencia en una caja



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 11

Cableado interno del módulo externo del variador de frecuencia



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 12

Montaje del acoplador con el eje del rodillo fijo.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 13

Piezas de acople para el eje del rodillo móvil junto con sus tuercas de ajuste.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 14

Conexión entre el eje del motor y del eje del rodillo fijo.



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 15

Construcción de la banda transportadora



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

Anexo 16

Diseño de la interfaz gráfica HMI en el software TIA Portal



Nota: Esta imagen fue tomada en el lugar donde se realizó la ejecución del proyecto.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tipo de Proyecto: Desarrollo tecnológico

DURACIÓN: 4 meses

INGRESOS ESTIMADOS	2500,00	DEFICIT	1180,00
Costos directos	2560,00	Presupuesto	3200,00
Costos indirectos	25%	Riesgo	480,00
Reserva para riesgos	15%	TOTAL	3680,00

DETALLE DE INGRESOS

Nº	DESCRIPCIÓN	APORTE ECONÓMICO
1	SALINAS POTES JEFFERSON ARMANDO	1250,00
2	PRECIADO RODRÍGUEZ GREGORY MICHAEL	1250,00
TOTAL, DE INGRESOS ESTIMADOS		2500,00

DETALLE DE EGRESOS

RECURSO	TIPO DE RECURSO	TIPO DE UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
HUMANO	Montaje y Configuración	Horas	10	30,00	300,00
	Pruebas y Ajustes	horas	5	30,00	150,00
ECONÓMICO / FINANCIERO					
	Materiales de Escritura	Conjunto	1	30,00	30,00
	Contingencia	Servicio	1	100,00	100,00
	Cables y Conectores	Conjunto	1	80,00	80,00
	Estructura de soporte	Conjunto	1	150,00	150,00
	Herramientas	Conjunto	1	100,00	100,00
TECNOLÓGICO					
	PLC (Controlador lógico programable)	Unidad	1	400,00	400,00
	Variador de Frecuencia	Unidad	1	300,00	300,00
	Interfaz HMI	Unidad	1	250,00	250,00
	Banda Transportadora	Unidad	1	500,00	500,00
	Sensor fotoeléctrico	Unidad	1	100,00	100,00
TOTAL, DE GASTOS ESTIMADOS					2460,00

GUÍA DE PRÁCTICA #1					
CARRERA: Electrónica			ASIGNATURA:		
DOCENTE RESPONSABLE:					
Nº. PRÁCTICA:	01	TÍTULO PRÁCTICA: Control básico de un motor trifásico			
MODALIDAD	Aula ☐	Talleres ☐	Simulación ☐	Software ☐	
TIEMPO DE DURACIÓN	60 minutos		TALLER / LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO:	MODALIDAD:		NIVEL Y PARALELO :	

DESARROLLO	
PREPARATORIO	
Consultar sobre el arranque directo e inversión de giro. Establezca diferencias entre los dispositivos de protección en una tabla. Descargue e instale el software CadeSIMU.	
MATERIALES	
MÓDULO: <i>Módulos de los talleres</i>	INSUMOS / MATERIALES: • Motor trifásico 220V 1HP • Contactor tripolar • Breaker tripolar • Guardamotor • Luz piloto roja y verde • Pulsador NC y NA • Pulsador de emergencia • Cables con conectores Jack Banana Macho.
NORMAS DE SEGURIDAD	• Realizar las conexiones del circuito sin alimentación, para evitar descargas eléctricas. • Utilizar el equipo de protección. • Hacer esta actividad con el apoyo del docente responsable.
OBJETIVO GENERAL: Implementar el circuito de control de arranque directo de un motor trifásico mediante el uso del módulo didáctica para comprender su funcionamiento.	
FUNDAMENTO TEÓRICO:	

Dispositivos de maniobra y protección

Estos pueden operar en circuitos eléctricos para abrir o cerrar el paso de la corriente. Son muy importantes en la mayoría de las aplicaciones industriales, instalaciones eléctricas, ya que garantiza la seguridad en los equipos y en las personas. Entre ellos se tienen los siguientes:

Interruptores: Este dispositivo permite abrir o cerrar el circuito eléctrico manualmente y se usa más en las residencias e industrias en los circuitos de iluminación.

Conmutadores: Este puede cambiar el flujo de corriente entre dos o más circuitos. Se lo encuentra en llaves selectoras, pulsadores y relays.

Pulsadores: Pueden realizar la activación o desactivación temporal de un circuito mientras se encuentre presionado. Se utiliza en circuitos de activación de contactores y como entradas digitales de controladores lógicos programables.

Relés: Son activados mediante accionamiento eléctrico, estos muy utilizados para abrir o cerrar el circuito. Se utiliza en circuitos de control y de fuerza, se puede controlar a través de un voltaje bajo para manipular cargas de mayor potencia.

Contactores: Es una variante de los relés, su funcionamiento es el mismo, solo que se utiliza para motores trifásicos y circuitos de transferencia automática.

Tabla 1. Simbología IEC de los dispositivos de maniobra

Descripción	Simbología
Interruptor NA monopolar	
Interruptores NA tripolar	
Conmutador	
Pulsador NC y NA	
Relé con contactos NA y NC	
Contactador Tripolar	

Relé térmico: Es un dispositivo que abre o cierra el circuito cuando se cumple la condición de sobrecarga. Se apertura unas laminas bimetálicas cuando la corriente es mayor a la corriente nominal. Protege a los equipos y los conductores, se utiliza en circuitos de motores trifásicos.

Guardamotor: Es un dispositivo que tiene una función similar al de un breaker, ya que protege sobrecarga y cortocircuito. Este puede ser regulado para diferentes corrientes nominales, se utiliza más en motores eléctricos y puede ser reemplazo por un relé térmico.

Breaker: Es un dispositivo que puede abrir o cerrar el circuito de forma manual y automática. En caso de manual es para hacerlo funcionar como interruptor y automática es una protección térmica y magnética, está constituido de una bobina y de unas laminas bimetálicas. Se utiliza en la mayoría de los tableros eléctricos, residencias e industrias.

Interruptor diferencial: Es un dispositivo utilizado para aperturar el circuito cuando existe una diferencia de corriente entre la entrada y salida. Se activará un solenoide y se interrumpe el paso de la corriente. Es más utilizado para proteger a las personas de una descarga eléctrica.

Fusible: Es un elemento para proteger contra sobrecargas, en su interior se tiene un elemento aleado con estaño, plomo o cobre.

Tabla 1. Simbología IEC de los dispositivos de maniobra

Descripción	Simbología
Relé térmico tripolar	
Guardamotor Tripolar	
Breaker Tripolar	
Interruptor diferencial	
Fusible	

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. Revise la simbología eléctrica de los dispositivos de maniobra y protección.
2. Ejecute el CadeSIMU y diseñe el siguiente circuito eléctrico.

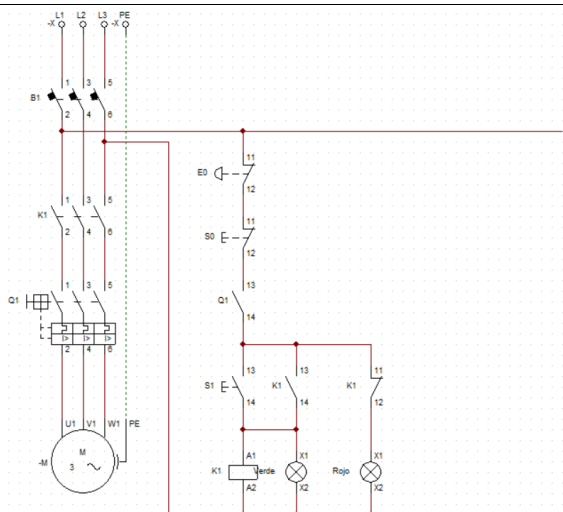


Figura 1. Circuito de conexión de arranque directo de un motor trifásico.

3. Simule el funcionamiento y observe el comportamiento del motor, el contactor y las luces pilotos.
4. Basado en el esquema de la figura 1, realice el circuito en el módulo didáctico, teniendo en cuenta la denominación de las terminales de cada uno de los componentes.
5. Utilice la siguiente imagen de la figura 2, como guía para realizar las conexiones, realizarlo sin alimentación de voltaje y evite descargas.

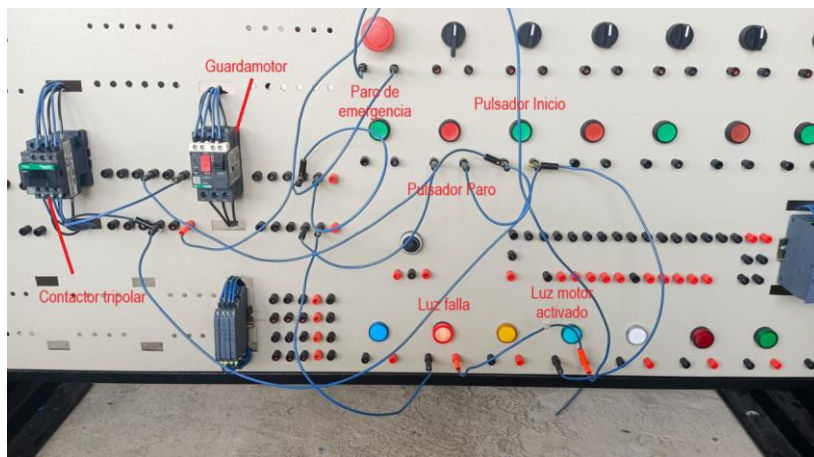


Figura 2. Circuito implementado en el módulo didáctico de control del sistema de la banda transportadora.

6. Realice las pruebas de funcionamiento y observe su comportamiento en los indicadores como las luces piloto, el sonido del motor y visualice el sentido de giro del motor.
7. Modifique el circuito y realice la inversión de giro del motor (invierta dos fases de alimentación).
8. Diseñe un circuito donde se pueda cambiar el sentido de giro del motor con una llave selectora. Utilice el contacto K1 como si fuera solo un arranque directo sin importar el sentido de giro (reto).

REFERENCIAS:

- Bolaños, J. (2018). *Automatización industrial: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Alfaomega.
- García, A., & López, M. (2019). *Control industrial: Teoría y práctica*. McGraw-Hill.
- Sánchez, R. (2020). *Sistemas de control automático para ingeniería*. Editorial Paraninfo.

GUÍA DE PRÁCTICA #2					
CARRERA: Electrónica		ASIGNATURA:			
DOCENTE RESPONSABLE:					
Nº. PRÁCTICA:	02	TÍTULO PRÁCTICA: Control de un motor trifásico con temporización.			
MODALIDAD	Aula ☐	Talleres ☐	Simulación ☐	Software ☐	
TIEMPO DE DURACIÓN	60 minutos	TALLER / LABORATORIO:			
PERIODO ACADEMICO: 2023-2023	CICLO:	MODALIDAD:		NIVEL Y PARALELO :	

DESARROLLO	
PREPARATORIO En una tabla enuncia las ventajas y desventajas del temporizador ON Delay y OFF Delay. Enuncie tres marcas de ambos temporizadores. ¿En caso de implementar algún proyecto, cuál sería el más adecuado para estas aplicaciones de motores trifásicos? Diseñe un circuito de un semáforo de dos vías en el software CadeSIMU.	
MATERIALES	
MÓDULO: <i>Módulos de los talleres</i>	INSUMOS / MATERIALES: • Motor trifásico 220V 1HP • Contactor tripolar • Breaker tripolar • Guardamotor • Temporizador On Delay • Luz piloto roja y verde • Pulsador NC y NA • Pulsador de emergencia • Cables con conectores Jack Banana Macho.
NORMAS DE SEGURIDAD	• Realizar las conexiones del circuito sin alimentación, para evitar descargas eléctricas. • Utilizar el equipo de protección. • Hacer esta actividad con el apoyo del docente responsable.

OBJETIVO GENERAL: Armar un circuito de control de un motor trifásico con retardo a la conexión mediante el uso de un temporizador para que el motor permanezca encendido en un cierto tiempo.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Temporizador

Es un dispositivo que puede controlar el tiempo de activación o desactivación del circuito. Este puede ser mecánico, que se utiliza en tableros de control, también está disponible en los controladores lógicos programables, se lo puede usar con diferentes lenguajes de programación.

Retardo a la conexión

A este dispositivo se le conoce como ON- Delay, donde se activa la salida después de un tiempo predeterminado después de ser energizado. Su condición principal es mantenerse energizado, caso contrario se reiniciará el conteo del tiempo.

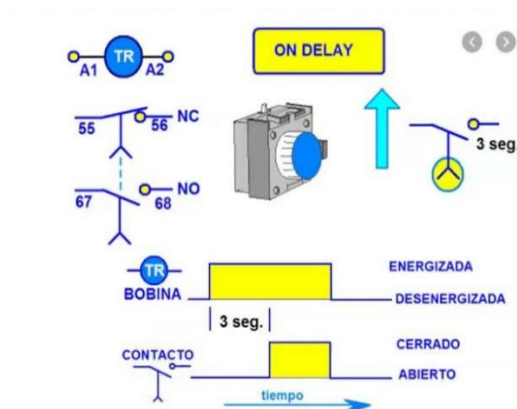


Figura 1. Simbología ANSI del temporizador On Delay y sus curvas de funcionamiento.

Retardo a la desconexión

A este dispositivo se le conoce como OFF-Delay, donde se desactiva la salida después de un tiempo transcurrido desde que se activó. Su condición principal es de dar un pulso para que se mantenga energizado, se enclava temporalmente.

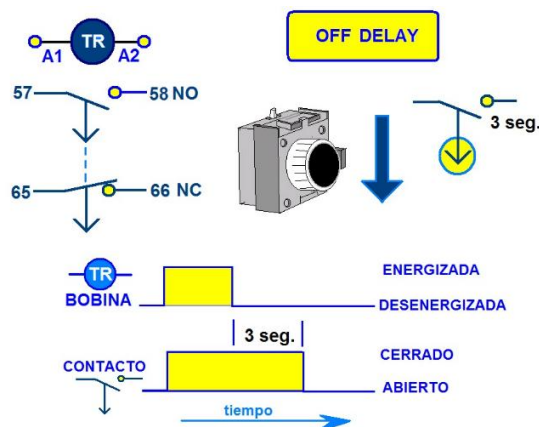


Figura 2. Simbología ANSI del temporizador Off Delay y sus curvas de funcionamiento.

Temporización con cronograma

Este dispositivo es muy utilizado en aplicaciones de domótica, se puede realizar varias activaciones y desactivaciones de circuitos en diferentes horarios. Su principal ventaja es la facilidad de instalación y se puede ahorrar energía porque solo se activará las cargas en diferentes tiempos establecidos por el usuario.



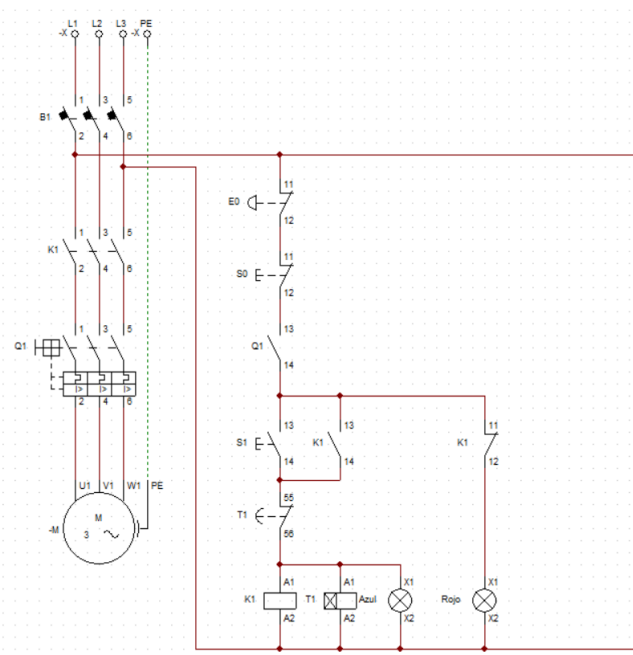
Figura 3. Temporizador con cronograma.

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

9. Revise la simbología eléctrica de los temporizadores.

10. Ejecute el CadeSIMU y diseñe el siguiente circuito eléctrico

Figura 1. Circuito de conexión de arranque directo de un motor trifásico.

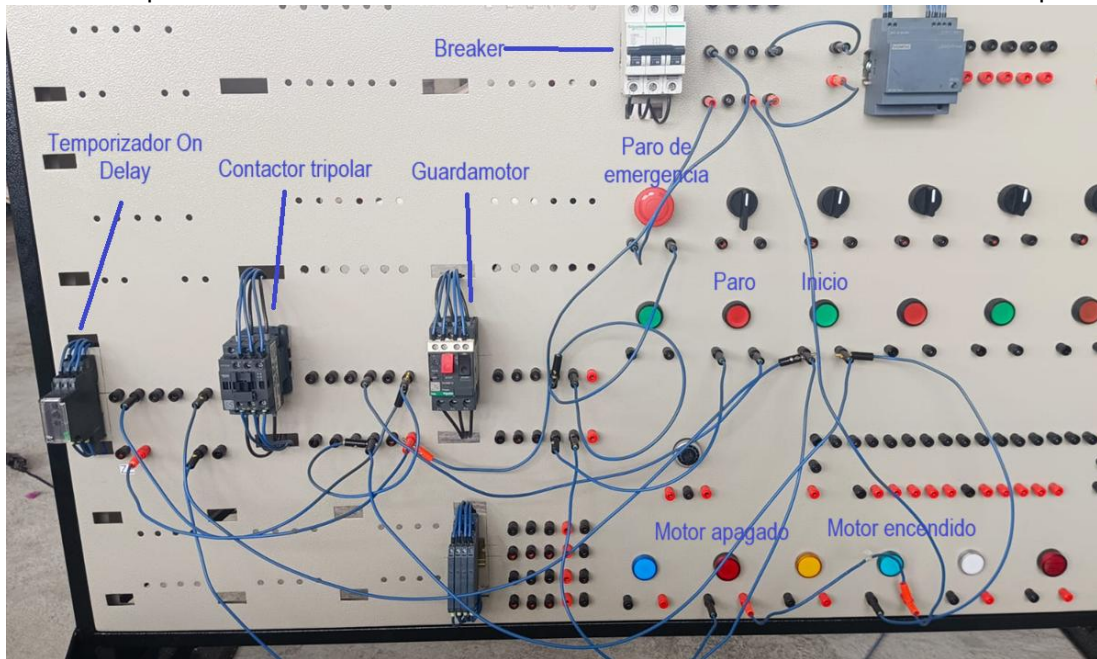


11. Simule el funcionamiento y observe el comportamiento del motor, el contactor, temporizador y las luces pilotos.

12. Basado en el esquema de la figura 1, realice el circuito en el módulo didáctico, teniendo en cuenta la denominación de las terminales de cada uno de los componentes.

13. Utilice la siguiente imagen de la figura 2, como guía para realizar las conexiones, realizarlo sin alimentación de voltaje y evite descargas.

Figura 2. Circuito implementado en el módulo didáctico de control del sistema de la banda transportadora.



14. Realice las pruebas de funcionamiento y observe su comportamiento en los indicadores como las luces piloto, el sonido del motor, visualice el sentido de giro del motor y cuente el tiempo transcurrido desde que se inició el arranque.
15. Modifique el circuito para que el motor se encienda después de haber transcurrido ese tiempo y permanezca encendido.
16. Diseñe un circuito donde se encienda el motor, en la secuencia de pulsadores P3P1P2, el motor se mantiene encendido por 5 segundos. Si la secuencia es correcta se enciende una luz piloto azul, si es incorrecta se enciende la luz amarilla, para volver a iniciar la secuencia de accionamiento se debe resetear (reto). Realice en CadeSimu.

REFERENCIAS:

- Bolaños, J. (2018). *Automatización industrial: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Alfaomega.
- García, A., & López, M. (2019). *Control industrial: Teoría y práctica*. McGraw-Hill.
- Sánchez, R. (2020). *Sistemas de control automático para ingeniería*. Editorial Paraninfo.

GUÍA DE PRÁCTICA #3					
CARRERA: Electrónica			ASIGNATURA:		
DOCENTE RESPONSABLE:					
Nº. PRÁCTICA:	03	TÍTULO PRÁCTICA: Control de un motor trifásico con un variador de frecuencia			
MODALIDAD	Aula ☐	Talleres ☐	Simulación ☐	Software ☐	
TIEMPO DE DURACIÓN	60 minutos		TALLER / LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO:	MODALIDAD:		NIVEL Y PARALELO :	

DESARROLLO	
PREPARATORIO	
Realice un cuadro comparativo de un variador de frecuencia y arrancador. ¿Qué tipo de senales trabajan los variadores de frecuencia? Revisar el manual del variador de frecuencia y use la placa de datos del motor para la configuración.	
MATERIALES	
MÓDULO: <i>Módulos de los talleres</i>	INSUMOS / MATERIALES: • Motor trifásico 220V 1HP • Luz piloto roja y verde • Pulsador NA • Llave selectora tipo conmutador • Cables con conectores Jack Banana Macho. • Variador de frecuencia
NORMAS DE SEGURIDAD	• Realizar las conexiones del circuito sin alimentación, para evitar descargas eléctricas. • Utilizar el equipo de protección. • Hacer esta actividad con el apoyo del docente responsable.
OBJETIVO GENERAL: Realizar un control de un motor trifásico mediante el uso de un variador de frecuencia para reducir el uso de aparatos de maniobra.	
FUNDAMENTO TEÓRICO Corriente de arranque: Es la magnitud de corriente que se da al inicio del arranque del motor, se da porque al inicio no hay una fuerza contraelectromotriz, su valor es de 5 a 8 veces de la corriente nominal, puede requerir de	

varias resistencias rotóricas para que inicie desde un bajo voltaje hasta alcanzar su voltaje nominal, puede ser que con un arranque estrella – delta, inicie a un bajo voltaje y después a un alto voltaje, pero es mejor realizarlo con un controlador de velocidad o arrancador suave.

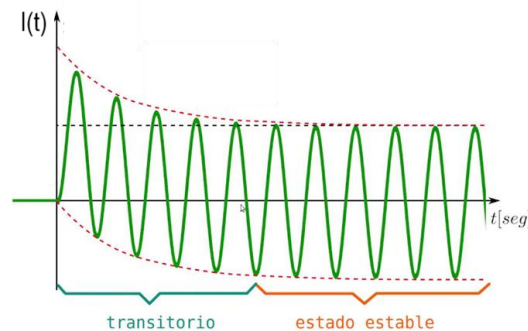


Figura 1. Representación gráfica de la señal de corriente de arranque.

Arrancador Suave: Su principio de funcionamiento se basa en la regulación de tensión (baja a alta), está constituido por varios tiristores que entran en funcionamiento cuando se incrementa gradualmente el voltaje y cuando alcanza su valor nominal el motor opera con su velocidad máxima.



Figura 2. Arrancador Suave Siemens SIRIUS 3RW30/40.

Variador de frecuencia: Es un dispositivo electrónico que controla la velocidad de un motor trifásico, está constituido de varias etapas: rectificación, filtración, inversión. Su funcionamiento se puede asemejar a un inversor que se utiliza en los sistemas fotovoltaicos, solo que se tiene una señal similar a una senoidal no pura, en la entrada se alimenta con un voltaje alterno y es convertido a corriente continua para ser transformado a voltaje alterna con una frecuencia y amplitud variable.



Figura 3. Variador de frecuencia Siemens SINAMICS V20.

Etapas de un variador de frecuencia: Este dispositivo contiene en su interior varios circuitos que están integrados y estos pueden estar clasificado por etapas, en la primera etapa se tiene un rectificador de onda completa, donde se tiene una señal con un semiciclo positivo, posteriormente se tiene un banco de capacitores que filtra la señal convirtiéndola a un voltaje constante. Posteriormente se tiene un puente de transistores IGBT que se encarga de generar una señal similar a la senoidal a través de pulsos que son provenientes de un microprocesador. En algunos casos se requiere de un filtro LC para disminuir los armónicos que pueden producirse en la señal.

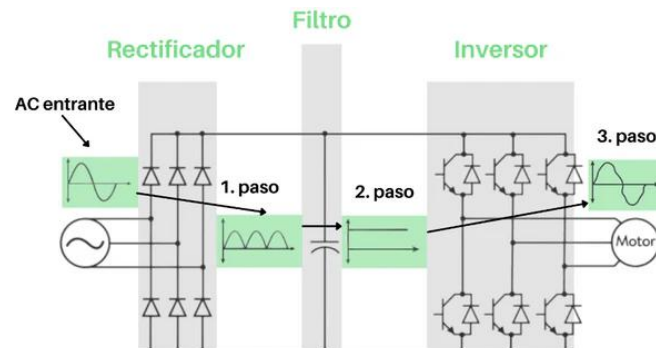


Figura 4. Diagrama esquemático del variador con sus etapas.

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

17. Revise los comandos de programación en el manual del variador.
18. Configure las entradas del variador para Marcha, Paro, giro horario y antihorario.
19. Tenga en cuenta los valores nominales que vienen en la placa del motor de la banda transportadora, y configure a su criterio los valores de tiempo de aceleración y desaceleración. Los valores de voltaje, corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia deben ser basados en la placa.
20. Configure el variador para controlar la velocidad desde los botones del dispositivo.
21. Configure el variador para controlar la velocidad desde un potenciómetro. Utilice una entrada analógica, tenga mucho cuidado con el voltaje de entrada (0 a 10V).
22. En el paso 18, considere las entradas y realice el arranque con la entrada I1 y el paro con I2, el sentido de giro se lo debe realizar con una llave selectora con dos posiciones (I3 e I4).
23. Utilice las entradas I1 (10 Hz), I2 (25Hz) e I3 (55Hz). Para detenerlo utilice otra entrada diferente.
24. Realice las pruebas de funcionamiento y desarrolle un video con cualquiera de los pasos 21, 22 o 23.

REFERENCIAS:

- Bolaños, J. (2018). *Automatización industrial: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Alfaomega.
- García, A., & López, M. (2019). *Control industrial: Teoría y práctica*. McGraw-Hill.
- Sánchez, R. (2020). *Sistemas de control automático para ingeniería*. Editorial Paraninfo.

GUÍA DE PRÁCTICA #4					
CARRERA: Electrónica			ASIGNATURA:		
DOCENTE RESPONSABLE:					
Nº. PRÁCTICA:	04	TÍTULO PRÁCTICA: Monitorización y control de variables del proceso de la banda transportadora.			
MODALIDAD	Aula ☐	Talleres ☐	Simulación ☐	Software ☐	
TIEMPO DE DURACIÓN	60 minutos		TALLER / LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO:	MODALIDAD:		NIVEL Y PARALELO :	

DESARROLLO	
PREPARATORIO	
Averigüe sobre los lenguajes de programación que utilizan en los PLCs. Consulte sobre las funciones CTU, CTUP, CTD, TON, TOF En una tabla enliste las ventajas de utilizar PLC para aplicación de control industrial. Consulte las marcas de PLCs más utilizadas en aplicaciones industriales.	
MATERIALES	
MÓDULO: <i>Módulos de los talleres</i>	INSUMOS / MATERIALES: • Motor trifásico 220V 1HP • Luz piloto roja y verde • Pulsador NA • Llave selectora tipo conmutador • Cables con conectores Jack Banana Macho. • Variador de frecuencia • PLC S7 1200 • Pantalla HMI • Cable Ethernet • Computadora con software Tia Portal • Fuente de voltaje DC 24V
NORMAS DE SEGURIDAD	• Realizar las conexiones del circuito sin alimentación, para evitar descargas eléctricas. • Utilizar el equipo de protección. • Hacer esta actividad con el apoyo del docente responsable.

OBJETIVO GENERAL: Realizar un programa donde se controle las variables del proceso mediante el uso de controlador lógico programable para monitorizar en tiempo real.

FUNDAMENTO TEÓRICO

PLC

Es un dispositivo que tiene las mismas funciones que una computadora, a esta también se le conoce como CPU, utilizada para automatizar procesos, control de líneas de producción o sistemas Scada. Su diseño es robusto y es resistente a condiciones adversas (humedad, temperatura, vibraciones) y con la capacidad de monitorizar en tiempo real.



Figura 1. PLC S7 1200

Lenguaje de programación: Existen diferentes lenguajes para crear los algoritmos de ejecución del PLC, donde el técnico programador utiliza de acuerdo al requerimiento del proceso. A continuación, se tienen los siguientes:

KOP

Es el lenguaje más común que utilizan los programadores y se asemeja a los diagramas de circuitos eléctricos, su simbología está representado por contactos, bobinas y relés, además contiene funciones como el temporizador, contador, SR y otras funciones que vienen por defecto.

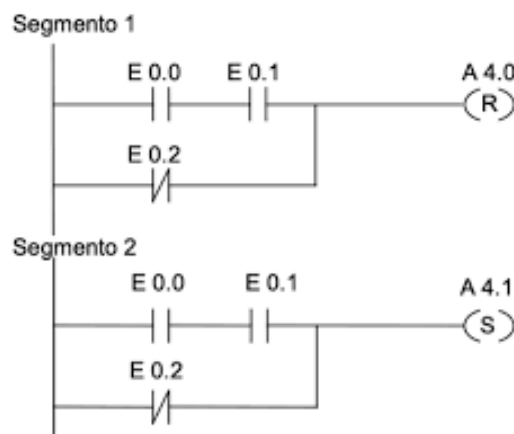


Figura 2. Lenguaje de programación KOP

FBD

Utiliza bloques funcionales donde representa las compuertas lógicas, operadores matemáticos y flip-flop. También contiene contadores, temporizadores y comparadores. Se requiere conocer sobre los circuitos combinacionales, ya que es necesario para crear un algoritmo de ejecución.

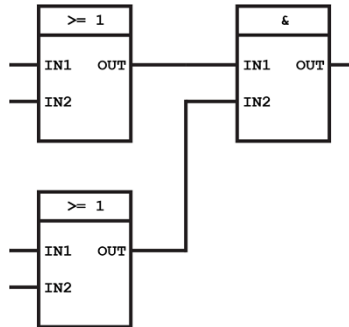


Figura 3. Lenguaje de programación FBD.

SCL

Es un lenguaje de alto nivel, similar al Pascal o al C, donde se escribe en forma de texto para la ejecución del algoritmo, en este caso contiene la mayoría de las funciones y estructuras que se utilizan para ejecutar una acción.

```
9 //Ejemplos SCL (C) REEA 2013
10 //Activar una salida (Set)
11 IF "Entrada1"=true THEN
12     "Salida1":=true;
13 END_IF;
14 //Desactivar una salida (Reset)
15 IF "Entrada2"=true THEN
16     "Salida1":=false;
17 END_IF;
```

Figura 4. Lenguaje de programación SCL.

HMI

Es una interfaz gráfica que permite la comunicación entre las personas y los sistemas automatizados. Se puede controlar de forma visual e intuitiva y gestionar procesos industriales, mostrando la actualización de las variables en tiempo real y permitiendo a los operadores tomar alguna decisión.



Figura 5. Pantalla HMI KTP 700 Basic

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA
1. Revise las conexiones de las entradas y salidas del PLC.
2. Utilice las entradas analógicas del PLC para interconectar con las salidas analógicas del variador, revisar si el nivel de tensión es el mismo para ambos (utilice los manuales técnicos).
3. Realice una tabla de variables identificando las entradas y salidas del PLC. Considere los tipos de datos como Bool, Int y Word.
4. Cuando realice la medición de corriente utilice las funciones Normalizar y Escalar para obtener el valor aproximado real.
5. Utilice un contador para aumentar el número de objetos que pasan por el sensor fotoeléctrico.
6. Realice un segmento donde se pueda arrancar el motor de forma directa. Utilice Coil para activar la salida o puede utilizar un Coil S para activar y un Coil R para desactivar.
7. Diseñe una interfaz gráfica donde se pueda controlar la frecuencia y medir la corriente. Utilice cualquier widget.
REFERENCIAS: • Bolaños, J. (2018). <i>Automatización industrial: Fundamentos y aplicaciones</i>. Editorial Alfaomega. • García, A., & López, M. (2019). <i>Control industrial: Teoría y práctica</i>. McGraw-Hill. • Sánchez, R. (2020). <i>Sistemas de control automático para ingeniería</i>. Editorial Paraninfo.

Animación de un entorno industrial en una interfaz gráfica.

GUÍA DE PRÁCTICA #5					
CARRERA: Electrónica			ASIGNATURA:		
DOCENTE RESPONSABLE:					
Nº. PRÁCTICA:	05	TÍTULO PRÁCTICA: Animación de un entorno industrial en una interfaz gráfica.			
MODALIDAD	Aula ☐	Talleres ☐	Simulación ☐	Software	
TIEMPO DE DURACIÓN	60 minutos		TALLER / LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO:	MODALIDAD:		NIVEL Y PARALELO :	

DESARROLLO	
PREPARATORIO	
Diferencias entre un sistema Scada y HMI. Consulte sobre la industria 4.0 Enliste las plataformas que se puede utilizar para hacer un control IoT en el PLC S7 1200	
MATERIALES	
MÓDULO: <i>Módulos de los talleres</i>	INSUMOS / MATERIALES: • Motor trifásico 220V 1HP • Luz piloto roja y verde • Pulsador NA • Llave selectora tipo conmutador • Cables con conectores Jack Banana Macho. • Variador de frecuencia • PLC S7 1200 • Pantalla HMI • Cable Ethernet • Computadora con software Tia Portal • Fuente de voltaje DC 24V
NORMAS DE SEGURIDAD	• Realizar las conexiones del circuito sin alimentación, para evitar descargas eléctricas. • Utilizar el equipo de protección. • Hacer esta actividad con el apoyo del docente responsable.

OBJETIVO GENERAL: Diseñar una interfaz grafica sobre un entorno similar a una banda transportadora, utilice los iconos en diferentes posiciones.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Interfaz gráfica

Es un tipo de interfaz que permite a los usuarios interactuar con un sistema, software o dispositivo a través de los elementos visuales como ventanas, iconos, menús, botones y otros elementos gráficos. Las interfaces requieren que el usuario ingrese comandos de texto, las GUI son más intuitivas y accesibles. Sus características principales son las siguientes:

- Elementos visuales
- Interactividad
- Facilidad de uso
- Organización
- Retroalimentación visual

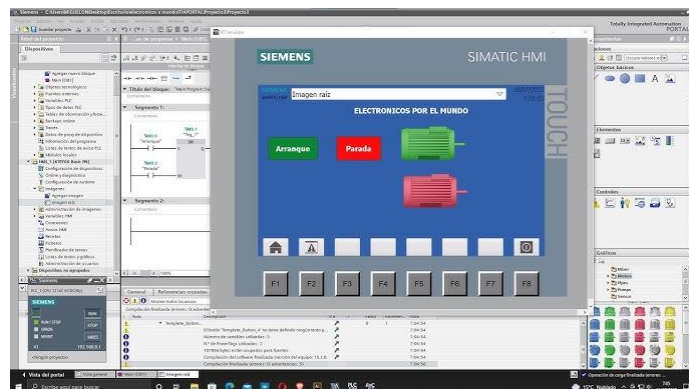


Figura 1. Interfaz grafica HMI en Tia Portal.

WinCC

Es un software utilizado para la supervisión y control desarrollado por Siemens, utilizado en entornos industriales para la visualización, monitoreo y gestión de procesos automatizados. Es una herramienta clave en los sistemas de control, especialmente en la industria manufacturera, energía, agua y otros sectores que requieren supervisión en tiempo real.

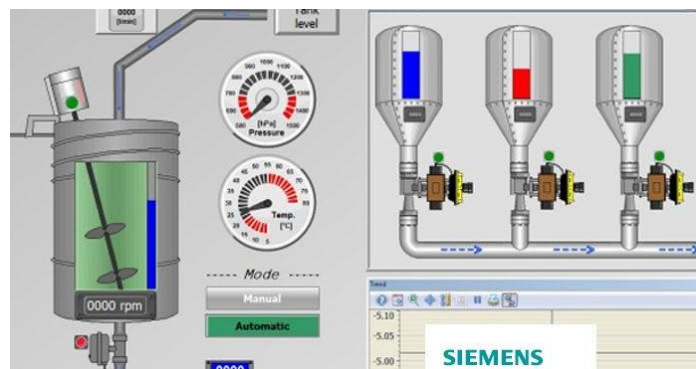


Figura 2. Interfaz gráfica en WinCC.

ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA
1. Abra el Tia Portal y seleccione la CPU correcta (revise el modelo y la serie)
2. Seleccione el modelo de pantalla HMI KTP 700
3. Diríjase al panel de elementos y elija los widgets necesarios.
4. Crea una función de generación de pulsos donde se pueda establecer tiempo de ON y OFF.
5. Configure cada uno de los widgets para que realice su animación.
6. Para la medición de corriente en la pantalla HMI, utilice un multímetro para comparar la medición.
7. Realice las pruebas de funcionamiento.
REFERENCIAS: Sánchez, R. (2020). <i>Automatización industrial con PLC y HMI: Fundamentos y casos prácticos</i> . Alfaomega. Fernández, J. (2016). <i>Sistemas de control y automatización industrial</i> . Editorial Síntesis. Gómez, L. (2018). <i>Programación avanzada de PLC: Lenguajes IEC 61131-3</i> . Marcombo.