



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE ENTRENAMIENTO
DIDACTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: YULIO DARIO SATIAN SATIAN

MILTON JOEL CEDEÑO SILVA

TUTOR: ING. CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALÁN

GUAYAQUIL-ECUADOR

2025

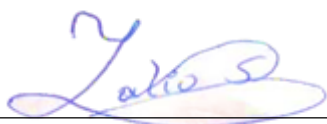
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Yulio Dario Satian Satian con documento de identificación N° 0931426795 y Milton Joel Cedeño Silva con documento de identificación N° 0929210144 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 25 de febrero del 2025

Atentamente,



Yulio Dario Satian Satian

C.I: 0931426795



Milton Joel Cedeño Silva

C.I: 0929210144

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Yulio Dario Satian Satian con documento de identificación N.º 0931426795 y Milton Joel Cedeño Silva con documento de identificación N.º 0929210144 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento didáctico para instalaciones industriales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 25 de febrero del 2025

Atentamente,

Yulio Dario Satian Satian

C.I: 0931426795

Milton Joel Cedeño Silva

C.I: 0929210144

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACION

Yo, Cesar Antonio Cáceres Galán con documento de identificación N.º 0911477776, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE ENTRENAMIENTO DIDACTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES**, realizado por Yulio Dario Satian Satian con documento de identificación N.º 0931426795 y por Milton Joel Cedeño Silva con documento de identificación N.º 0929210144, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 25 de febrero del 2025

Atentamente,



Ing. César Antonio Cáceres Galán, Msc.

09911477776

DEDICATORIA

Querida familia, amigos y seres queridos, Con profunda gratitud, dedico el presente trabajo a cada uno de ustedes. A mis padres Bartolomé y Soledad, por su inquebrantable apoyo y amor incondicional. A mis hermanos, por ser mi fuente de inspiración y alegría. A mis amigos de la u, Milton, Andrés, Elian, Néstor, Ronald, Diego, Anthony por su compañía y aliento en los momentos más desafiantes. A Samy por convertirse en esa persona especial que me devolvió mi mejor versión y a Jhon por darme ánimos y ser esa voz de aliento desde la distancia y a todos aquellos que creyeron en mí y me brindaron su confianza, este trabajo lleva también su impronta.

También quiero dedicar este logro al Ing. Jaime Landívar por apoyarme con los permisos en el trabajo que me permitieron terminar mis estudios.

Agradezco a la Universidad por brindarme la oportunidad de crecer académicamente, y a mis profesores por su sabiduría y orientación. A Dios, por ser mi guía y fortaleza en este camino.

Este logro es también de ustedes, y les dedico con cariño cada página de esta tesis.

Yulio Darío Satian Satian

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación está dedicado principalmente a Dios, ya que me ha dado la inteligencia y sabiduría para lograr todos los objetivos que me eh propuesto a cumplir

También quiero dedicar este logro a mi familia en especial a mi abuela la Lcda. Sonnia Jara Mendoza quien fue la mujer que me aconsejo y ayudo a salir adelante en esta etapa universitaria, a mi Padre el Ing. Juan Cedeño y Madre la Ing. Johanna Silva los cuales fueron un gran ejemplo para seguir dedicándome a mis estudios.

También dedico este proyecto a mi abuela Niza Mendoza que se encuentra en el cielo y siempre se preocupó por todos sus nietos.

Milton Joel Cedeño Silva

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera al desarrollo y culminación de este trabajo de titulación.

En primer lugar, agradezco a mi tutor ing. Cesar Antonio Cáceres por su orientación, apoyo y sabios consejos a lo largo de este proceso. también quiero agradecer a mis compañeros de clase por su colaboración y aliento.

Agradezco especialmente a mi familia por su inquebrantable apoyo y comprensión durante este desafiante período.

Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que, de una forma u otra, brindaron su ayuda para la realización de este proyecto. su contribución ha sido invaluable y ha hecho posible la culminación de esta etapa académica.

Yulio Darío Satian Satian

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme salud, sabiduría e inteligencia, a mi familia quienes fueron pilar principal de seguir adelante, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarnos los conocimientos necesarios para lograr ser grandes profesionales, a los docentes que gracias a su ética y profesionalismo logramos aprender con éxito todo lo enseñado.

El más grande agradecimiento será para mi abuela Sonnia Jara Mendoza ya que este logro es gracias a ella, sin ella no hubiera logrado llegar hasta aquí. Gracias a mi novia Nancy Nicole Espinoza quien también se preocupó tanto por mí y estuvo a mi lado en todo momento. También un agradecimiento a mi Padre, Madre y Hermana por el apoyo que siempre me brindan en todo lo que me propongo.

Y por último un agradecimiento a mi Tutor, Ing. Cesar Antonio Cáceres por su conocimiento y enseñanzas.

Milton Joel Cedeño Silva

RESUMEN

Tema: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DIDÁCTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES"

Autores: Yulio D. Satian S., Milton J. Cedeño S.

Director del proyecto de Titulación: Ing. César Cáceres Galán Msc.

Palabras Clave: Modulo didáctico, Arranque de motores, Laminas.

El presente proyecto técnico de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DIDÁCTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES**" se enfoca en el diseño y desarrollo de un módulo de entrenamiento didáctico para el arranque de motores en el Laboratorio de Instalaciones Industriales de Tecnología.

El objetivo principal es proporcionar una herramienta de aprendizaje práctico para estudiantes de ingeniería eléctrica, que les permita adquirir conocimientos y habilidades en el arranque de motores de manera efectiva.

El proyecto se fortalece mediante la elaboración de un manual de prácticas que combina los fundamentos teóricos con la aplicación práctica, generando así una conexión efectiva para el aprendizaje. Esta metodología resultará de gran utilidad tanto para los estudiantes como para los profesores de las Carreras Técnicas de Ingeniería y Tecnología, ya que les brindará un recurso que simplifica la asimilación y puesta en práctica de los conceptos teóricos dentro de un entorno real y funcional.

ABSTRACT

Topic: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC TRAINING MODULE FOR INDUSTRIAL FACILITIES"

Authors: Yulio D. Satian S., Milton J. Cedeño S.

Director of the Degree project: Eng. César Cáceres Galán Msc.

Keywords: Didactic module, Engine starting, Sheets.

This technical degree project "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC TRAINING MODULE FOR INDUSTRIAL FACILITIES" focuses on the design and development of a didactic training module for engine starting in the Industrial Technology Facilities Laboratory.

The main objective is to provide a practical learning tool for electrical engineering students, which allows them to acquire knowledge and skills in starting motors effectively.

The project is strengthened by the development of a practice manual that combines theoretical foundations with practical application, thus generating an effective connection for learning. This methodology will be very useful for both students and teachers of the Technical Careers of Engineering and Technology, since it will provide them with a resource that simplifies the assimilation and implementation of theoretical concepts within a real and functional environment.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACION	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCTION	xv
CAPITULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE	1
1.3.1 TEMPORAL	1
1.3.2 ESPACIAL	2
1.4 IMPACTO Y BENEFICIARIOS	2
1.5 BENEFICIARIOS DIRECTOS	2
1.6 BENEFICIARIOS INDIRECTOS	2
1.7 OBJETIVOS	3
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II	4
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1 MOTOR TRIFÁSICO	4
2.1.1 MOTOR TRIFÁSICO ASÍNCRONO	5
2.2 ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS ASÍNCRONOS	5
2.2.1 ARRANQUE DIRECTO	6

2.2.2	ARRANQUE ESTRELLA – TRIANGULO	6
2.2.3	DEVANADOS PARCIALES	7
2.3	DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA	8
2.3.1	DIAGRAMA DE CONTROL.....	8
2.3.2	DIAGRAMA DE FUERZA.....	8
2.4	EQUIPOS DE TRABAJO	9
2.4.1	MINI PLC LOGO SIEMENS 230RCE	9
2.4.2	GUARDAMOTOR	11
2.4.3	ARRANCADOR ELECTRONICO	13
2.4.4	SUPERVISOR DE FASES.....	15
2.4.5	TRANSFORMADOR DE CONTROL.....	16
2.4.6	PULSADORES.....	18
2.4.7	PULSADOR DE EMERGENCIA	20
2.4.8	LUCES PILOTO	21
2.4.9	CONTACTORES	22
2.4.10	TEMPORIZADORES.....	23
CAPÍTULO III.....		24
3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO	24
3.1.1	DISEÑO METALMECÁNICO DEL MÓDULO DIDÁCTICO.....	24
3.1.2	UBICACIÓN DE LAS LÁMINAS DE LOS COMPONENTES DEL MÓDULO DIDÁCTICO.....	25
3.2	DISEÑOS DE LÁMINAS PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO	26
3.2.1	LÁMINA PARA TEMPORIZADORES	26
3.2.2	LÁMINA PARA CONTACTORES.....	27
3.2.3	LÁMINA PARA GUARDAMOTORES.....	28
3.2.4	LÁMINA PARA EL TRANSFORMADOR	29
3.2.5	LÁMINA PARA SELECTORES DE 2 Y 3 POSICIONES	30
3.2.6	LÁMINA PARA LOGO 12/24 RCE-LOGO1DM8 12/24 R	31
3.2.7	LÁMINA PARA DISTRIBUCIÓN	32
3.2.8	LÁMINA PARA MANDO Y SEÑALIZACIÓN	33
3.2.9	LÁMINA PARA SUPERVISOR.....	34
3.2.10	LÁMINA PARA VARIADOR DE FRECUENCIA	35
3.3	MÓDULO DIDÁCTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES	36
CAPÍTULO IV		38

4. RESULTADOS OBTENIDOS	38
4.1 GUÍA DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO	38
4.2 PRÁCTICAS Y RESULTADOS.....	39
4.2.1 PRÁCTICA 1: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO.....	39
4.2.2 PRÁCTICA 2: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO + AVANCE GRADUAL.....	45
4.2.3 PRÁCTICA 3: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES.....	51
4.2.4 PRÁCTICA 4: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO.....	57
4.2.5 PRÁCTICA 5: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.....	63
4.2.6 PRÁCTICA 6: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.....	70
4.2.7 PRÁCTICA 7: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.....	78
4.2.8 PRÁCTICA 8: ARRANQUE DIRECTO Y FRENADO DE MOTOR TRIFÁSICO APLICANDO EL CONTROL MEDIANTE VARIADOR DE VELOCIDAD.....	85
4.2.9 PRÁCTICA 9: ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES CON LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.....	91
4.2.10 PRÁCTICA 10: PRÁCTICA 10: ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.....	98
CAPÍTULO V	106
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
5.1 CONCLUSIONES	106
5.2 RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFIA.....	109
ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motor trifásico	4
Figura 2 Diagrama de arranque directo	6
Figura 3 Esquema de fuerza Estrella-Triangulo	7
Figura 4 Arranque por devanados parciales.	8
Figura 5 Esquema de potencia y control	9
Figura 6 Mini logo Plc Siemens	10
Figura 7 Guardamotor Schneider Electric	12
Figura 8 Variador de velocidad Kewo AD 100.....	14
<i>Figura 9. Supervisor de voltaje trifásico AVTEK.....</i>	<i>16</i>
Figura 10. Transformador de mando 150 VA	17
Figura 11. Pulsadores 22mm	18
Figura 12. Pulsador de emergencia tipo hongo	20
Figura 13. Luz piloto verde	21
Figura 14. Contactores	22
Figura 15. Temporizador	23
Figura 16. Diseño en AutoCAD del modulo	25
Figura 17. Lámina - temporizadores	26
Figura 18 Lamina - contactores.....	27
Figura 19. Lamina - Guardamotores	28
Figura 20. Lamina - transformador	29
Figura 21. Lamina – selectores de 2 y 3 posiciones	30
Figura 22. Lamina - mini logo plc.....	31
Figura 23. Lamina - distribución	32
Figura 24. Lamina - mando y señalización	33
Figura 25. Lamina - supervisor Avtek	34
Figura 26. Lamina - variador de frecuencia	35
Figura 27. Modulo didáctico implementado	37

INTRODUCTION

La era actual caracterizada por avances tecnológicos vertiginosos, la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se encuentra a la vanguardia al incorporar laboratorios de última generación, con la finalidad de formar profesionales que tengan la capacidad de dar soluciones en el mundo real gracias al conocimiento práctico obtenido en los laboratorios. En este contexto, surge la iniciativa de diseñar e implementar un módulo de entrenamiento didáctico para instalaciones industriales, para ello el mencionado módulo estará ubicado en el Laboratorio de Instalaciones Industriales de las Carreras de Tecnología.

Este proyecto, tiene como epicentro el ya mencionado Laboratorio de Instalaciones Industriales de Tecnología, que se erige como un espacio donde los estudiantes realizan prácticas que ponen a prueba sus habilidades y los acerca más a un entorno parecido al mundo laboral. Su finalidad es propiciar un ambiente apropiado para el desarrollo e implementación de proyectos industriales haciendo uso de elementos didácticos.

Es en este entorno tecnológicamente avanzado donde los estudiantes de diversas carreras técnicas encontrarán un espacio para llevar sus conocimientos teóricos a la práctica, enfocado principalmente en los diferentes tipos de arranque de motores. Así, esta propuesta no solo amplía las posibilidades de aprendizaje, sino que también brinda a los estudiantes la oportunidad de entender de manera más profunda el funcionamiento de estos dentro del ámbito industrial donde el estudiante se enfrentará a diferentes problemáticas que le permitirá interactuar con estos dispositivos.

Este proyecto es esencial para la formación integral de los futuros profesionales de la universidad, con el conocimiento necesario para dar soluciones en su lugar de trabajo. Se busca conseguir esto al combinar la teoría con la práctica para que el estudiante manipule los diferentes elementos e incluso de soluciones a las posibles problemáticas que este llegue a enfrentar en su lugar de trabajo, brindando así al profesional las herramientas necesarias para adaptarse con mayor facilidad al mundo laboral.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En los últimos años la tecnología avanza a pasos agigantados, razón por lo cual la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil ha implementado laboratorios de última tecnología mejorando así el aprendizaje mediante la elaboración y ejecución de elementos de diseño relacionados con entrenamientos didácticos en el Laboratorio de Instalaciones Industriales de las carreras de Tecnología.

1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE

El proyecto plantea generar un impacto positivo dentro del laboratorio de instalaciones industriales de las carreras de tecnología de la Universidad Politécnica Salesiana, proporcionando un espacio interactivo para las prácticas de arranque de motores.

Los beneficiarios son los alumnos de las diversas carreras técnicas que tendrán un lugar donde aplicar los saberes adquiridos en relación a los conceptos de inicio de motores en situaciones prácticas, teniendo así un panorama más claro acerca de los temas teóricos tratados en clase.

1.3 DELIMITACIÓN

1.3.1 TEMPORAL

El proyecto está definido a realizarse en un periodo entre mayo del 2024 y febrero del 2025.

1.3.2 ESPACIAL

Este proyecto está definido a realizarse en el Laboratorio de Instalaciones Industriales perteneciente a las Carreras de Tecnología.

1.3.3 ACADÉMICA

Este proyecto permitirá a los estudiantes de varias carreras técnicas aplicar sus conocimientos de las materias relacionadas con los diversos tipos de arranques de motores.

1.4 IMPACTO Y BENEFICIARIOS

El proyecto plantea generar un impacto positivo dentro del laboratorio de instalaciones industriales de tecnología de la Universidad Politécnica Salesiana, proporcionando un espacio interactivo para las prácticas de arranque de motores.

1.5 BENEFICIARIOS DIRECTOS

Los beneficiarios son los alumnos de las diversas carreras técnicas que tendrán un lugar donde poner en práctica los conocimientos adquiridos en los temas de arranques de motores, teniendo así un panorama más claro acerca de los temas teóricos tratados en clase.

1.6 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

Este proyecto no solo permitirá a los estudiantes sino al público en general interesado en el tema de arranque de motores a realizar visitas técnicas en los laboratorios para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Ofrece un beneficio a nuevos grupos de trabajo que planteen nuevos proyectos usando el módulo didáctico como base para nuevos esquemas.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un módulo de entrenamiento didáctico para instalaciones industriales.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la estructura física del módulo metalmecánico y las láminas de entrenamiento didáctico en formato CAD 2023.
- Diseñar el sistema eléctrico tanto en control como en fuerza de los equipos a utilizar en el módulo didáctico.
- Implementar el montaje de equipos y la conexión de conductores en las láminas de montaje.
- Gestionar las pruebas de funcionamiento mediante las prácticas establecidas.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 MOTOR TRIFÁSICO

Los motores eléctricos trifásicos son ampliamente utilizados en diversos sectores debido a su eficiencia y versatilidad. Estos motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica y se conectan a las instalaciones eléctricas. Los motores eléctricos trifásicos tienen una amplia variedad de usos, como en compresores, bombas para extraer o elevar agua, sistemas de alcantarillado, depósitos a presión, piscinas, equipos de evaporación y condensación, torres de refrigeración, unidades centrífugas, ventiladores de extracción, inyectores de aire y bombas para la circulación de agua fría. [1]

Los elementos principales de un motor eléctrico trifásico son el estator, el rotor y la carcasa o escudos. El estator, que es la parte fija, contiene las bobinas trifásicas y es responsable de generar el campo magnético rotativo. En cambio, el rotor, que es la parte móvil, se encarga de girar al interactuar con el campo magnético producido por el estator.

Los escudos/carcasa constituyen la parte exterior del motor y están diseñados para contener los componentes esenciales en su interior [1]



Figura 1 Motor trifásico

Fuente: [1]

2.1.1 MOTOR TRIFÁSICO ASÍNCRONO

Un motor asíncrono trifásico es una máquina eléctrica de CA que cuenta con tres fases en los devanados de su estator. Este tipo de motor se compone de un rotor, el cual puede ser de jaula de ardilla o de tipo bobinado, y un estator que alberga las bobinas inductoras. La característica principal de este motor es que el rotor se mueve a una velocidad distinta a la del campo magnético generado por el estator.[2]

Sus ventajas son:

- **Funcionamiento suave:** Gracias a sus bajas vibraciones, son perfectos para entornos que demandan operaciones silenciosas y estables.
- **Rendimiento energético:** Destacan por su alta eficiencia al transformar la energía eléctrica en movimiento mecánico.
- **Durabilidad y confiabilidad:** Su diseño robusto y su necesidad mínima de mantenimiento los convierten en una opción fiable para diversos usos industriales.
- **Compactos y potentes:** Presentan una excelente relación potencia-peso, lo que los hace ideales para aplicaciones que requieren alto rendimiento en espacios limitados.

2.2 ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS ASÍNCRONOS

El arranque de motores trifásicos asíncronos, también conocidos como motores de inducción, se puede realizar de diversas maneras para garantizar un inicio suave y eficiente. Hay varios métodos de inicio de motores, y en este proyecto nos referiremos a aquellos que se emplearán, siendo estos:

- 1) Arrancadores convencionales
 - a. Directo
 - b. Estrella – Triangulo
 - c. Devanados parciales
- 2) Arrancadores electrónicos
 - a. Variador de velocidad
 - b. Arrancador suave

2.2.1 ARRANQUE DIRECTO

El arranque directo es una de las formas más comunes de arrancar un motor eléctrico trifásico. En este método, la tensión de línea se aplica directamente a los bornes del motor por medio de contactores, lo que permite un arranque rápido y sencillo. Sin embargo, tiene algunas desventajas, como un elevado consumo de corriente (de 5 a 8 veces el valor nominal), exceso de par aplicado, calentamiento adicional del motor y falta de control sobre el motor.[3]

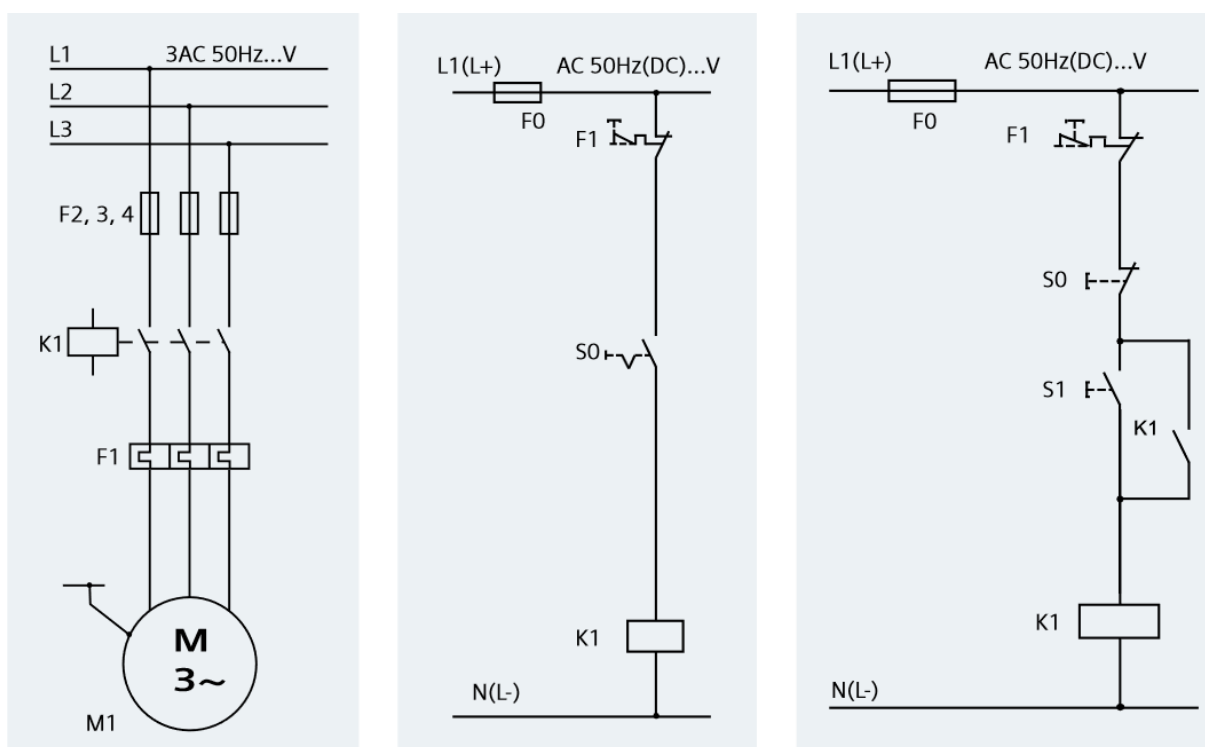


Figura 2 Diagrama de arranque directo

Fuente: [4]

2.2.2 ARRANQUE ESTRELLA – TRIANGULO

El método más común utilizado es el arranque estrella-triángulo, que se implementa durante el arranque de motores trifásicos cargados y de alta inercia. La esencia de este método es hacer que el motor funcione en dos etapas, primero en modo de estrella y luego en modo de triángulo, que tiene la tarea de reducir la corriente y la onda de choque cuando se conecta al sistema eléctrico.[5]

El arranque de la configuración estrella triángulo tiene las siguientes ventajas: reduce la corriente y el par de arranque, lo que evita caídas de tensión en la red y puede resultar en sobrecarga o daño a los motores, es simple y económico porque solo un circuito depende de tres contactores y un temporizador. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, como la necesidad de montar relés temporizados para realizar el cambio de conexión y el elevado estrés mecánico del motor [5]

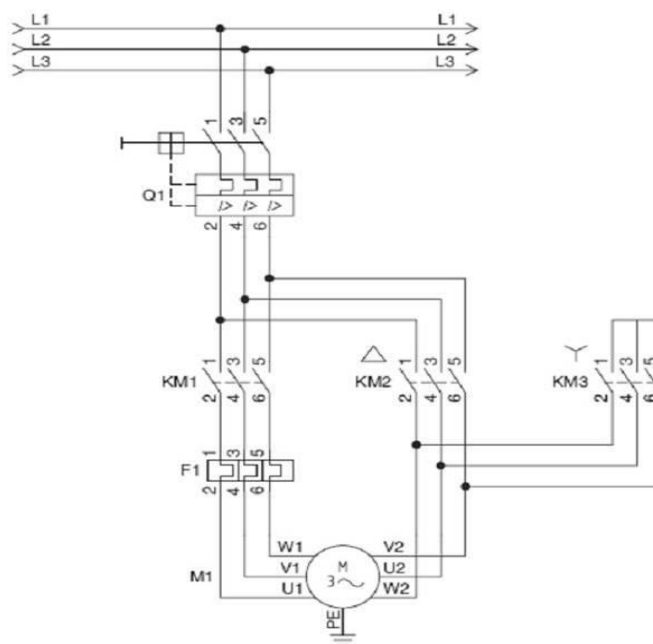


Figura 3 Esquema de fuerza Estrella-Triangulo

Fuente: [5]

2.2.3 DEVANADOS PARCIALES

Un motor puede arrancar por devanados parciales si su estator posee 2 devanados: un devanado principal y un devanado secundario; estos se encuentran a una distancia de 90 grados eléctricos entre sí. Para arrancar por devanados parciales, lo que se hace es arrancar el motor utilizando un solo devanado, y ya cuando el motor ha alcanzado la velocidad suficiente usualmente entre el 75 - 80% se cambia la configuración el sistema para que de esta manera el motor funcione con los 2 devanados alcanzando su velocidad máxima. Lo que busca el arranque por devanados parciales es reducir la corriente en el momento en el que el motor arranca, ya que esta puede llegar a ser muy alta protegiendo tanto el motor como la red eléctrica. [6]

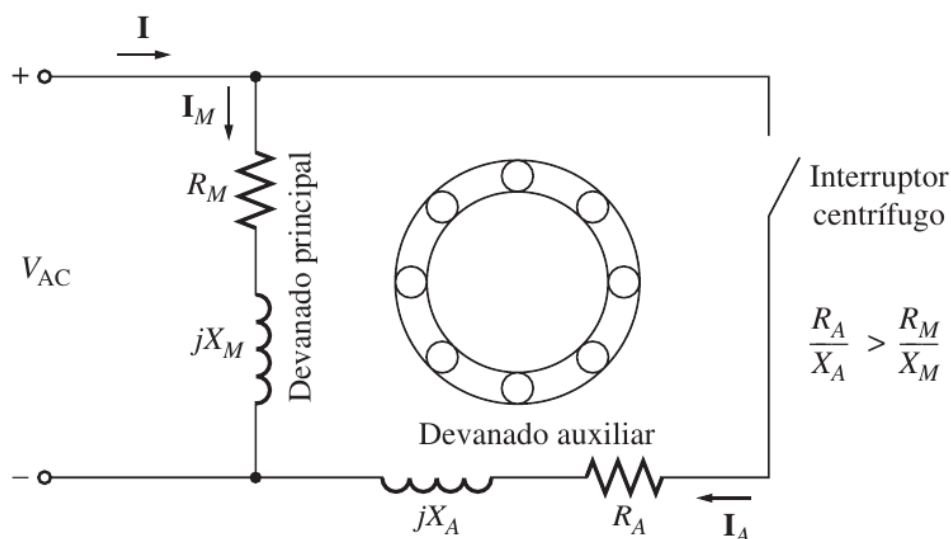


Figura 4 Arranque por devanados parciales.

Fuente: [6]

2.3 DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA

Los diagramas de control y fuerza dan una visión del funcionamiento del sistema, permitiendo a los ingenieros tener una idea de cómo es que está distribuida la energía en el sistema y cómo está controlado el sistema. [7]

2.3.1 DIAGRAMA DE CONTROL

El diagrama de control muestra el circuito que controla el sistema, es decir, que este diagrama mostrará cómo es la lógica del funcionamiento de los motores. Comúnmente aquí se incluyen los dispositivos de control tales como: contactores, sensores, temporizadores, etc. [7]

2.3.2 DIAGRAMA DE FUERZA

El diagrama de fuerza muestra el circuito de potencia del sistema. Comúnmente en este circuito se manejan altas corrientes y voltajes, y además es aquí donde se mostrará cómo es que los motores estarán conectados a contactores y cómo estarán alimentados. [7]

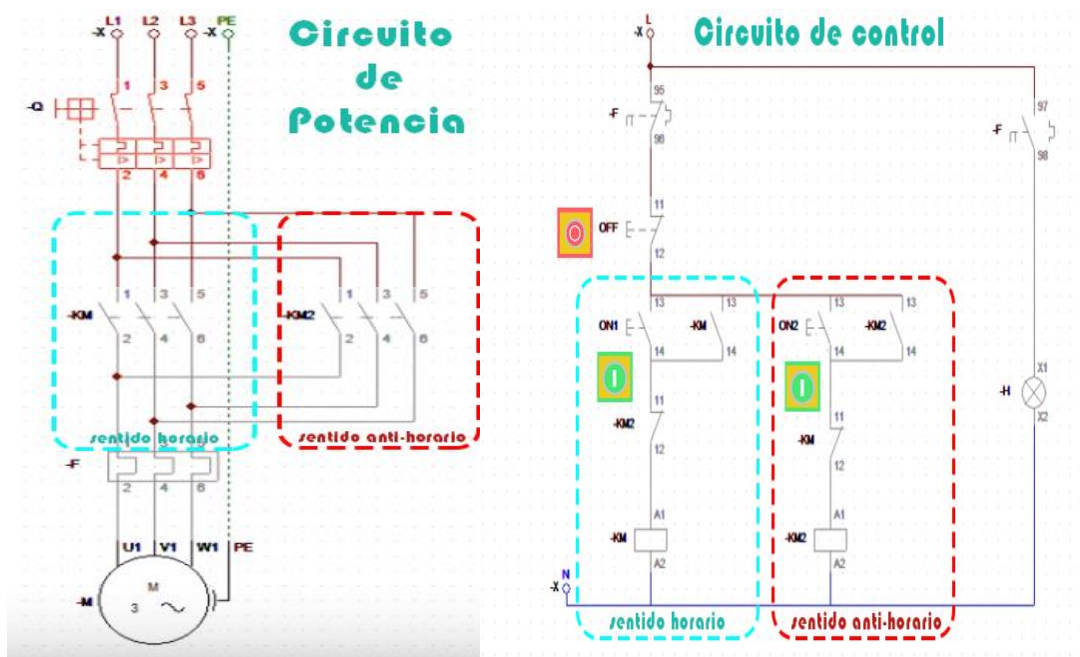


Figura 5 Esquema de potencia y control

Fuente: [8]

2.4 EQUIPOS DE TRABAJO

2.4.1 MINI PLC LOGO SIEMENS 230RCE

LOGO es un módulo lógico universal desarrollado por Siemens, diseñado para resolver aplicaciones cotidianas de manera sencilla, eficiente y con un menor costo. Dentro de la categoría de autómatas programables compactos, el relé programable o mini PLC LOGO es el más empleado en sistemas de domótica. Estos dispositivos como se observa en la figura 6 destacan por su accesibilidad económica, facilidad de instalación y la posibilidad de ser programados directamente desde su pantalla integrada (Display).

No obstante, presentan ciertas limitaciones, como un número reducido de entradas y salidas, lo que restringe sus opciones de automatización, y una velocidad de procesamiento inferior en comparación con los autómatas programables convencionales. [9]



Figura 6 Mini logo Plc Siemens

Fuente: Autores

Especificaciones Técnicas del PLC LOGO! 230 RCE

- **Referencia:** 6ED1052-1FB08-0BA1
- **Alimentación:**
 - 115-230 V AC
 - Rango Permisible: 85 a 265 V AC / 100 a 253 V DC
- **Entradas y Salidas:**
 - **Entradas Digitales:** 8 (4 de ellas pueden utilizarse como analógicas)
 - **Salidas Digitales:** 4 tipo relé
 - Carga resistiva: hasta 10 A
 - Carga inductiva: hasta 3 A
- **Dimensiones:**
 - 90 x 71.5 x 60 mm
- **Comunicación:**
 - Puerto Ethernet integrado
 - Servidor web integrado, configurable para dispositivos móviles
 - Comunicación Modbus TCP/IP sobre Ethernet
- **Memoria:**

- Capacidad máxima de programa: 400 bloques
- Registro de datos en tarjeta de memoria interna/SD
- **Display:**
 - Pantalla integrada de 6 líneas con capacidad para mostrar hasta 16 caracteres por línea
 - Cambios de color según el estado del programa (rojo, naranja, blanco, verde)
- **Temperatura de Funcionamiento:**
 - Mínima: -20 °C
 - Máxima: +55 °C
- **Protección:**
 - Grado de protección IP20
- **Montaje:**
 - Compatible con riel DIN de 35 mm

2.4.2 GUARDAMOTOR

Guardamotor, por otro lado, es un dispositivo vital en los sistemas eléctricos, especialmente cuando se trata de proteger motores eléctricos incluidos en el sistema de sobrecargas, cortocircuitos y cualquier otro mal funcionamiento. Un guardamotor combina un interruptor automático independiente, también conocido como un disyuntor, con un relé térmico de sobrecarga en un diseño compacto. La máquina en sí vigila el motor y, si la corriente eléctrica se excede debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se apaga de forma autónoma. La máquina es ajustable y se puede calificar para proporcionar protección a su debido tiempo.

Dependiendo de la corriente del motor, la corriente de disparo por efecto magnético y térmico y el tipo de protección, se elige una máquina para proteger el motor. Como se puede observar en la figura 7, el guardamotor es esencial para operar eficientemente los motores y garantizar su seguridad. [10]



Figura 7 Guardamotor Schneider Electric

Fuente: Autores

Especificaciones Técnicas del Guardamotor GV2ME06

- **Fabricante:** Schneider Electric
- **Gama:** TeSys
- **Referencia:** GV2ME06
- **Corriente Nominal:** 1 a 1.6 A
- **Polos:** 3
- **Tipo de Disparo:** Térmico-magnético
- **Tensión de Suministro Nominal:** 690 V
- **Capacidad de Corte:**
 - 3 kA
 - 6 kA
 - 100 kA
- **Potencia Nominal:** 0.75 kW a 400 Vac
- **Temperatura de Funcionamiento:** -20 °C a +60 °C

- **Frecuencia:** 50/60 Hz
- **Categoría de Utilización:** AC-3, conforme a IEC 60947-1. Categoría A, conforme a IEC 60947-2
- **Tipo de Control:** Botón pulsador
- **Montaje:** Riel DIN
- **Grado de Protección:** IP20, IK04
- **Normativas:** IEC 60204, IEC 60947-1, IEC 60947-2, IEC 60947-4-1
- **Certificaciones:** ATEX, BV, CCC, CSA, UL Listed
- **Durabilidad Eléctrica/Mecánica:** 100,000 ciclos
- **Peso:** 260 g
- **Dimensiones:**
 - Longitud Total: 89 mm
 - Ancho Total: 44.5 mm
 - Profundidad Total: 78.2 mm
- **Intensidad de Disparo Magnético:** 33.5 A
- **Tensión de Impulso de Resistencia Nominal:** 6 kV
- **Disipación de Potencia:** 2.5 W por polo

2.4.3 ARRANCADOR ELECTRONICO

Un variador de velocidad como se observa en la figura 8 es un equipo electrónico diseñado para regular y ajustar la velocidad de un motor eléctrico. Permite ajustar la velocidad de rotación del motor de forma precisa según las necesidades específicas de la aplicación. [11]

Los principales beneficios de utilizar un variador de velocidad son:

- Mayor eficiencia energética, ya que el motor solo consume la energía necesaria para la tarea requerida
- Mejor control del proceso al poder ajustar la velocidad del motor
- Arranque y parada suaves, evitando picos de corriente
- Ahorro de costos operativos y menor impacto ambiental



Figura 8 Variador de velocidad Kewo AD 100

Fuente: Autores

Especificaciones Técnicas del Variador de Velocidad KEWO AD100

- **Modelo:** AD100
- **Rango de Potencia:**
 - Desde 0.4 kW hasta 2.2 kW
- **Tensión de Entrada:**
 - Monofásica 220 V $\pm 15\%$
- **Modos de Control:**
 - Control vectorial sin sensor (Sensorless Vector Control)
 - Control V/F (Voltaje/Frecuencia)
- **Frecuencia de Salida:**
 - Rango de 0 a 400 Hz (hasta 3200 Hz en modos específicos)
- **Funciones Adicionales:**
 - Función PID flexible y precisa
 - Frenado DC
 - Arranque, paro e inversión de dirección

- **Protección:**
 - Protección contra sobrecarga, cortocircuito y sobrecalentamiento
- **Dimensiones:**
 - Compacto, diseñado para montaje en riel DIN
- **Interfaz de Usuario:**
 - Pantalla LED para visualización de parámetros y estado
- **Comunicación:**
 - Soporta comunicación Modbus RTU (opcional)

2.4.4 SUPERVISOR DE FASES

El Supervisor de Voltaje Trifásico STI-5424 de Avtek es un equipo creado para la vigilancia y protección de sistemas eléctricos trifásicos como podemos observar en la figura 9.[12]

Especificaciones Técnicas del Supervisor STI-5424

- **Capacidad:** 10 A
- **Voltaje de Operación:**
 - Rango: 220-460 VAC
- **Frecuencia:**
 - Rango: 45-65 Hz
- **Tiempo de Reconexión:**
 - Ajustable según la necesidad del usuario
- **Protección:**
 - Desconexión automática en caso de sobrevoltaje, bajo voltaje, y pérdida de fase
- **Rango de Medición de Frecuencia:**
 - 45 Hz a 65 Hz

- **Error de Medición de Voltaje:**
 - Menor al 1%
- **Conexiones:**
 - Conexiones trifásicas para sistemas eléctricos
- **Características Adicionales:**
 - Monitoreo constante del suministro eléctrico
 - Indicadores LED para el estado del sistema
 - Diseño compacto, adecuado para instalación en cuadros eléctricos

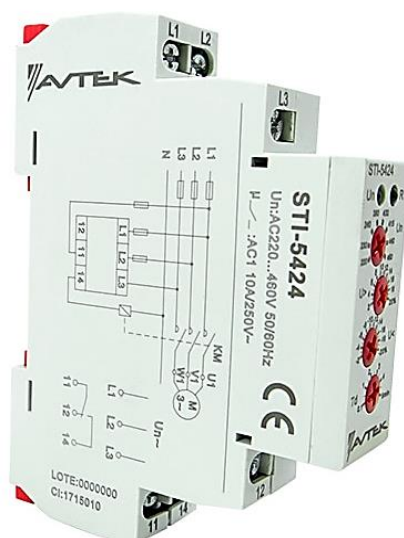


Figura 9. Supervisor de voltaje trifásico AVTEK

Fuente: Autores

2.4.5 TRANSFORMADOR DE CONTROL

Un transformador como el que observamos en la figura 10 es un dispositivo eléctrico que transfiere energía entre dos circuitos sin cambiar la frecuencia, pero sí ajustando el voltaje y la corriente. Funciona mediante los principios de la inducción electromagnética y la ley de Faraday, que dice que el cambio en el flujo magnético a lo largo del tiempo produce un campo electromagnético en una bobina o conductor. Trabaja con una tensión primaria de 230 a 400V

y da una tensión secundaria de 24V brindando una potencia de 150VA a una frecuencia de 50/60Hz. [13]

Aquí te explico cómo funciona un transformador, paso a paso:

1. **Aplicación de corriente alterna:** Se suministra una corriente alterna a la bobina primaria, generando un campo magnético alrededor de ella.
2. **Propagación del campo magnético:** Este campo magnético se desplaza a través del núcleo del transformador, fabricado con materiales ferromagnéticos como hierro laminado o ferrita, optimizando la eficiencia del acoplamiento magnético.
3. **Inducción en la bobina secundaria:** El campo magnético variable producido por la bobina primaria interactúa con la bobina secundaria, induciendo en esta una corriente alterna.
4. **Transferencia de energía:** La energía transferida depende de la relación entre el número de espiras de las bobinas primaria y secundaria, lo que define la variación del flujo magnético.
5. **Cambio de voltaje y corriente:** Dependiendo de la relación entre las vueltas de las bobinas primaria y secundaria, el transformador puede aumentar o disminuir el voltaje y la corriente, sin alterar la frecuencia de la corriente eléctrica.

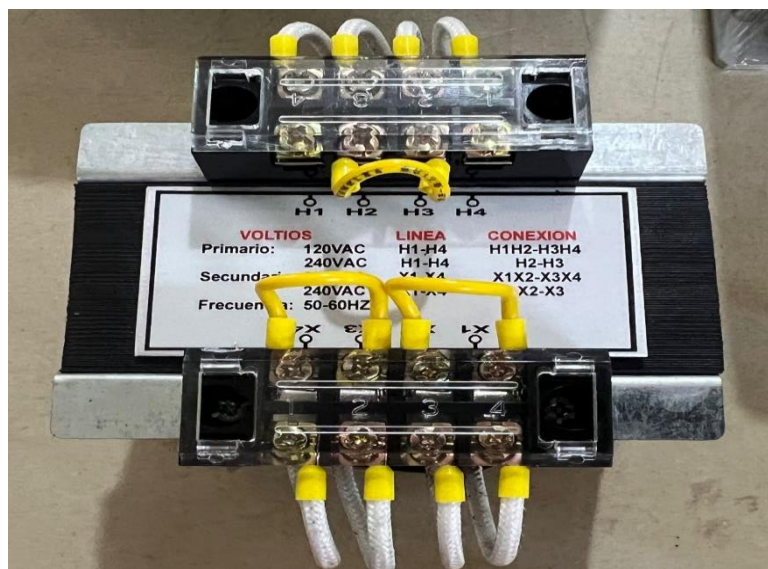


Figura 10. Transformador de mando 150 VA

Fuente: Autores

2.4.6 PULSADORES

Un pulsador como se observa en la figura 11 es un tipo de interruptor que controla de manera temporal el flujo de corriente eléctrica. Presionándolo, cierra o abre un circuito eléctrico, pero sólo mientras lo mantienes presionado. En cuanto lo sueltas, un resorte o mecanismo automático lo regresa a su posición original (lo vuelve) de tal manera que el circuito vuelve a su estado inicial.

Hay dos tipos de pulsadores: Normalmente Abiertos (NA) y Normalmente Cerrados (NC). Aquéllos permiten la electricidad fluyendo sí y sólo solamente se presionan, como un timbre o botones de encendido. Estos, en cambio, cortan el paso de corriente cuando son presionados: son utilizados en aplicaciones tales como las luces de refrigeradores o botón apertura cierre válvula de agua.[14]



Figura 11. Pulsadores 22mm

Fuente: Autores

Datos Técnicos del Pulsador Normalmente Cerrado (NC)

- **Configuración de Contacto:**
 - 1 NC (normalmente cerrado)
- **Corriente Nominal:**
 - Generalmente hasta 10 A
- **Tensión Nominal:**
 - Rango común de 127 V a 250 V AC
- **Frecuencia:**

- 50/60 Hz
- **Material:**
 - Comúnmente fabricados en plástico ABS o policarbonato, con opciones metálicas.
- **Grado de Protección:**
 - Puede variar, pero algunos modelos tienen clasificación IP20 o IP65, que indica resistencia al polvo y al agua.
- **Dimensiones:**
 - Diámetro de montaje estándar de 22 mm.
- **Temperatura de Funcionamiento:**
 - Rango típico de -30 °C a +70 °C

Datos Técnicos del Pulsador Normalmente Abierto (NA)

- **Configuración de Contacto:**
 - 1 NO (normalmente abierto)
- **Corriente Nominal:**
 - Generalmente hasta 10 A
- **Tensión Nominal:**
 - Rango común de 127 V a 250 V AC
- **Frecuencia:**
 - 50/60 Hz
- **Material:**
 - Generalmente fabricados en plástico ABS o PC, con opciones metálicas disponibles.
- **Grado de Protección:**
 - Puede variar, pero algunos modelos tienen clasificación IP65, que indica resistencia al polvo y al agua.
- **Dimensiones:**
 - Diámetro de montaje estándar de 22 mm.

2.4.7 PULSADOR DE EMERGENCIA

En situaciones de emergencia, es crucial detener máquinas o procesos peligrosos de inmediato. Para esto, existen los pulsadores de emergencia, diseñados específicamente para este propósito. Estos dispositivos tienen algunas características clave que los hacen fáciles de identificar y usar en momentos críticos.

Por lo general, tienen un diseño distintivo, como podemos observar en la figura 12 con un botón grande y rojo en forma de hongo, que sobresale para que sea fácil de presionar. Al hacerlo, se interrumpe el circuito eléctrico y se detiene la máquina. La mayoría de los pulsadores de emergencia son de tipo normalmente cerrado, lo que significa que cortan la alimentación cuando se presionan. Algunos modelos incluso tienen un mecanismo de enclavamiento que requiere un giro para restaurar el funcionamiento.

Estos dispositivos son fundamentales en entornos industriales, como plantas químicas, transportadores y maquinaria pesada, donde la seguridad es primordial. Su propósito es proteger al operario y al equipo, permitiendo una parada rápida en situaciones peligrosas.

En términos técnicos, los pulsadores de emergencia suelen tener un diámetro estándar de 22 mm, un grado de protección IP66/IP69K para entornos exigentes y una capacidad de corte de hasta 400 VAC / 10 A. En resumen, son dispositivos críticos de seguridad que permiten detener rápidamente el funcionamiento de máquinas e instalaciones industriales en situaciones de peligro inminente. [14]



Figura 12. Pulsador de emergencia tipo hongo

Fuente: Autores

2.4.8 LUCES PILOTO

Son dispositivos que indican cual es el estado de un circuito eléctrico, estas comúnmente son conectadas al circuito y son activadas cuando el circuito cumple ciertas condiciones. Estas luces comúnmente con un valor de 24V, 110V y 220V como observamos en figura 13. [7]

Datos técnicos de Luz Piloto LED 22mm

- **Modelo:** AD22-22DS
- **Voltaje:** 220 V AC
- **Frecuencia:** 50/60 Hz
- **Diámetro de Instalación:** 22 mm
- **Colores Disponibles:** Rojo, Verde, Amarillo
- **Temperatura Ambiental:** -25 °C a +55 °C
- **Material:** Policarbonato (PC)
- **Grado de Protección:** IP67 (resistente al agua y al polvo)
- **Dimensiones:**
 - Diámetro superior: 29 mm
 - Diámetro inferior: 22 mm
 - Altura del cuerpo: 50 mm
- **Peso:** 17 g



Figura 13. Luz piloto verde

Fuente: [15]

2.4.9 CONTACTORES

Los contactores son dispositivos electrónicos que tienen como objetivo el abrir o cerrar. Su operación es comparable a la de los relés; sin embargo, a diferencia de estos, los contactores están diseñados para manejar corrientes significativamente más elevadas. Al alimentar a un contactor, lo que se está haciendo es dar corriente a una bobina que creará un campo magnético que moverá las terminales del contactor a la posición opuesta a la que inicialmente estaba, teniendo terminales que se encuentran normalmente abiertas y otras normalmente cerradas. [7]



Figura 14. Contactores

Fuente: [7]

A continuación, se presentan los datos técnicos del contactor Schneider Electric LC1D09:

- **Fabricante:** Schneider Electric
- **Gama:** TeSys D
- **Referencia:** LC1D09
- **Polos:** 3
- **Corriente asignada de empleo:** 9 A (AC3)
- **Corriente asignada para el contactor en AC1 (Ith):** 25A
- **Tensión máxima de empleo:** 690Vac
- **Potencia máxima (kW) 380-400Vac:** 4kW
- **Potencia máxima (kW) 220-230Vac:** 2,2kW

- **Contactos auxiliares:** 1 NA + 1 NC
- **Tensión de la bobina:** 230Vac. 50/60Hz
- **Montaje:** Carril DIN o tornillos
- **Dimensiones:**
 - Altura: 77 mm
 - Ancho: 45 mm
 - Profundidad: 95 mm
- **Peso del producto:** 0.48 kg

2.4.10 TEMPORIZADORES

Como lo dice su nombre estos elementos electrónicos tienen un funcionamiento similar a un contactor, solo que, a diferencia de estos, los temporizadores suelen activarse después de cierto tiempo o desactivarse después de cierto tiempo según sea el tipo de temporizador, Estos dispositivos son utilizados para esperar cierto tiempo para activar algún otro elemento o desactivarlo. [4]



Figura 15. Temporizador

Fuente: [4]

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO

La creación del módulo didáctico para instalaciones industriales en AutoCAD requirió un enfoque metalmecánico integral. Se desarrolló un diseño exhaustivo en 3D y 2D, considerando tanto la estructura y mecanismos del módulo como la organización y conexión de los componentes eléctricos.

De esta manera, se garantizó una representación precisa y detallada del módulo.

3.1.1 DISEÑO METALMECÁNICO DEL MÓDULO DIDÁCTICO

Para desarrollar el módulo didáctico, se realizó un análisis detallado de las dimensiones y proporciones de los elementos internos, incluyendo la cantidad de borneras necesarias para las prácticas, considerando la disposición espacial de los componentes.

El análisis exhaustivo consideró factores como ergonomía, funcionalidad y restricciones espaciales, resultando en dimensiones específicas: 82 cm de altura para visibilidad óptima, 106 cm de amplitud para disposición sin interferencias y 15 cm de profundidad para equilibrar almacenamiento y espacio disponible.

La representación en AutoCAD permitió validar y visualizar el diseño, facilitando la planificación y optimización del espacio. La figura muestra el diseño ordenado y eficiente del módulo, resultado de un enfoque metódico que contribuye significativamente a su efectividad en el contexto educativo.

3.1.2 UBICACIÓN DE LAS LÁMINAS DE LOS COMPONENTES DEL MÓDULO DIDÁCTICO

Ahora, se procede a insertar las láminas prediseñadas en el módulo didáctico, comprobando que su estructura física se ajusta a la perfección. Esto se muestra gráficamente en la Figura 12. A continuación, se ofrece una descripción de las láminas que se han elaborado previamente para el módulo didáctico.

- A. 1 lámina para temporizadores
- B. 2 láminas para contactores
- C. 1 lámina para guardamotores
- D. 1 lámina para el transformador
- E. 1 lámina para los selectores de 2 y 3 posiciones
- F. 1 lamina para logo 12/24 RCE-LOGOIDM8 12/24 R
- G. 1 lámina para distribución
- H. 2 láminas para mando y señalización
- I. 1 lámina para supervisor
- J. 1 lámina para variador de frecuencia

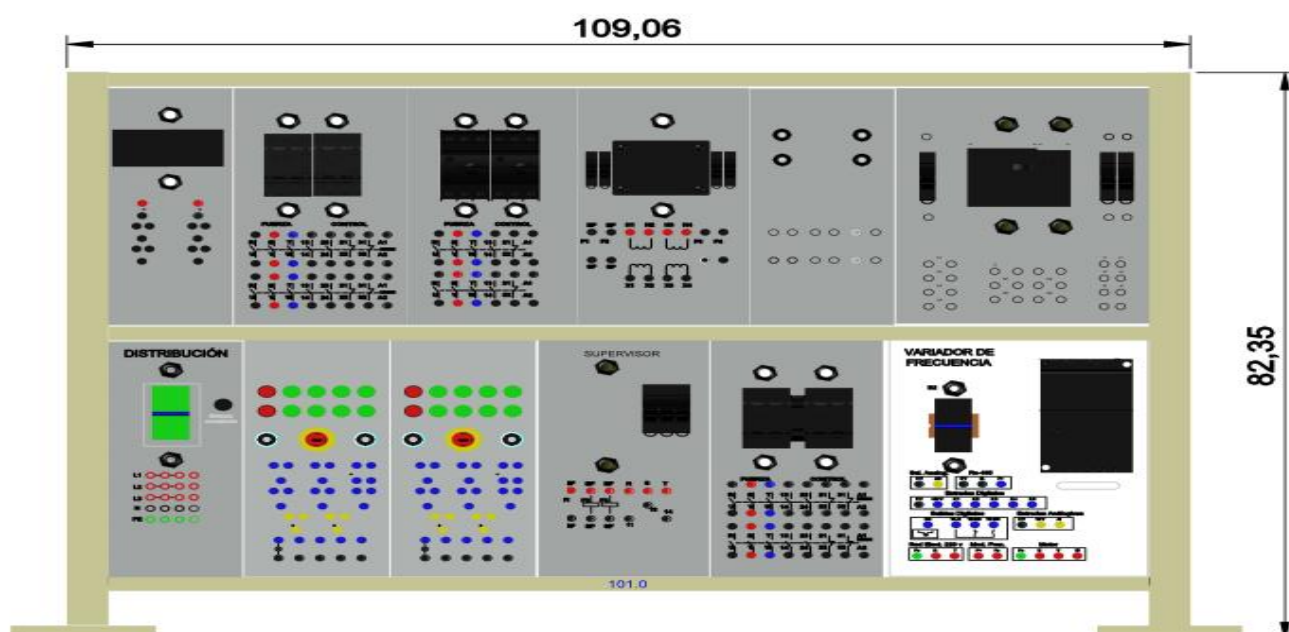


Figura 16. Diseño en AutoCAD del modulo

Fuente: Autores

3.2 DISEÑOS DE LÁMINAS PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO

3.2.1 LÁMINA PARA TEMPORIZADORES

Para la elaboración de esta lamina se integraron 2 temporizadores analógicos de 8 pines redondos complementados con 2 prensas estopas de 22 mm por donde ingresara el cableado como se observa en la figura 13.

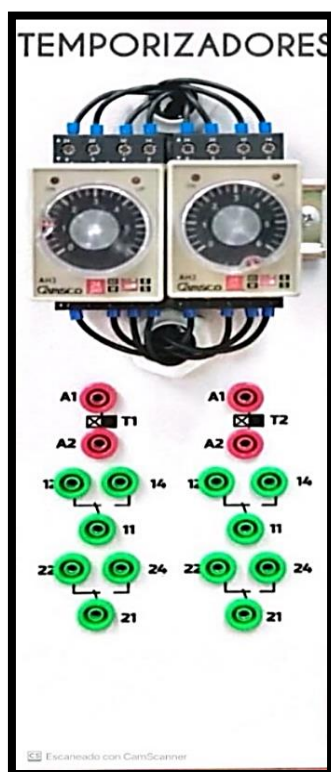


Figura 17. Lámina - temporizadores

Fuente: Autore

En esta lamina se procedió a la disposición de las borneras tipo Jack, las cuales se caracterizan por poseer un diámetro 11.6 mm y un diámetro interior de 4 mm. Cada conector fue cuidadosamente posicionado para gestionar las conexiones que requieren los temporizadores antes mencionados.

Finalmente, las dimensiones finales de la lámina se establecieron en 34,35x12,05 cm, como se puede observar en la figura.

3.2.2 LÁMINA PARA CONTACTORES

Como podemos observar en la figura para esta lamina se optó por la colocación de 2 contactores trifásicos de 20 Amperios con sus respectivas prensas estopa para dirigir el cableado de conexión hacia las borneras tipo Jack, las cuales se organizaron de la forma más óptima para garantizar tanto las conexiones de fuerza y control del circuito.

Para las dimensiones de la lámina se definió las siguientes medidas 34,35x16,62 cm, como podremos apreciar en la figura, logrando una correcta distribución de los componentes en el área de la lámina.

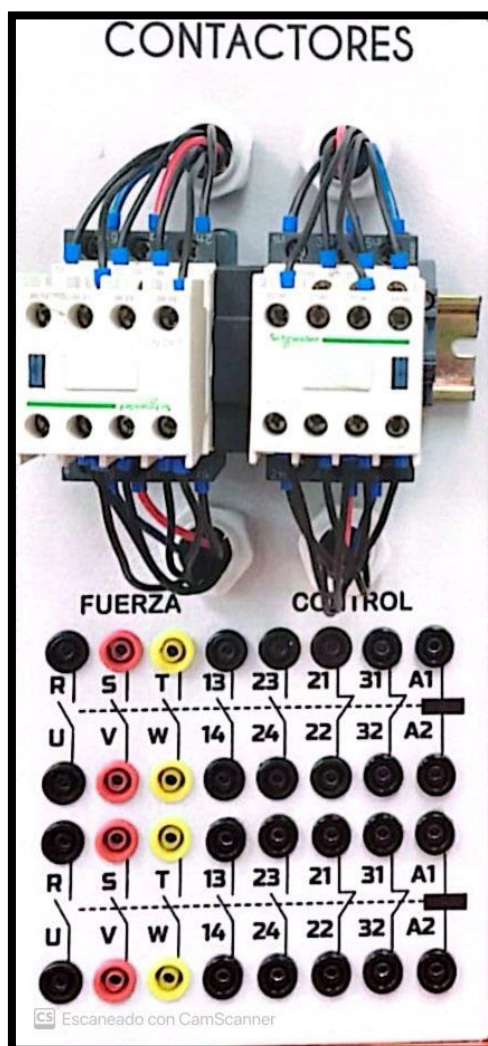


Figura 18 Lamina - contactores

Fuente: Autores

3.2.3 LÁMINA PARA GUARDAMOTORES

En esta lamina se implementaron 2 guardamotores trifásicos de 240 v, cada guardamotor tiene sus respectivas prensas estopas para garantizar una disposición más adecuada de los cables de conexión hacia las borneras tipo de conexión tipo Jack.

Las borneras de conexión se distribuyen según el tipo de circuito: en el lado izquierdo se ubican las conexiones de fuerza, mientras que en el lado derecho se encuentran las conexiones de control, tal como se muestra en la figura 15.

Finalmente, la medida final de la lámina para la disposición de los elementos es de 34,35x16.62 cm.

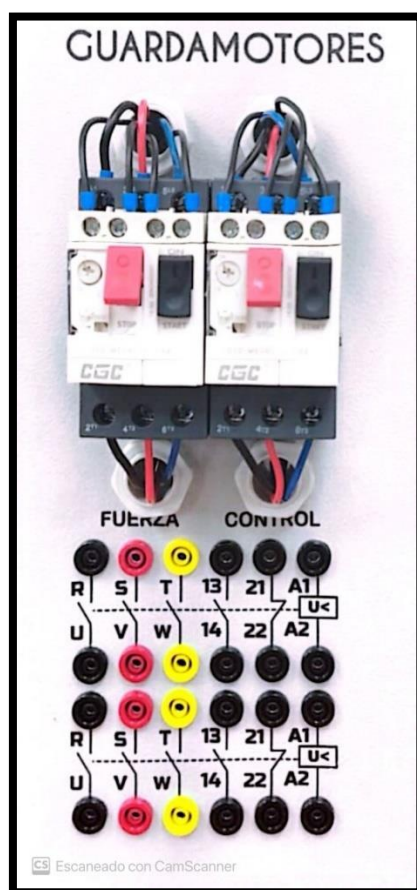


Figura 19. Lamina - Guardamotores

Fuente: Autores

3.2.4 LÁMINA PARA EL TRANSFORMADOR

En la figura podemos observar la siguiente lamina que cuenta con un transformador de mando de 150 VA con sus respectivas prensas estopas y sus fusibles de protección tipo 10x38 mm de 32 Amperios.

Las borneras de conexión tipo Jack se encuentran distribuidas entre las conexiones del transformador y las conexiones de los fusibles de protección.

Las medidas finales para esta lamina quedaron establecidas en 34,35x16,62 cm.

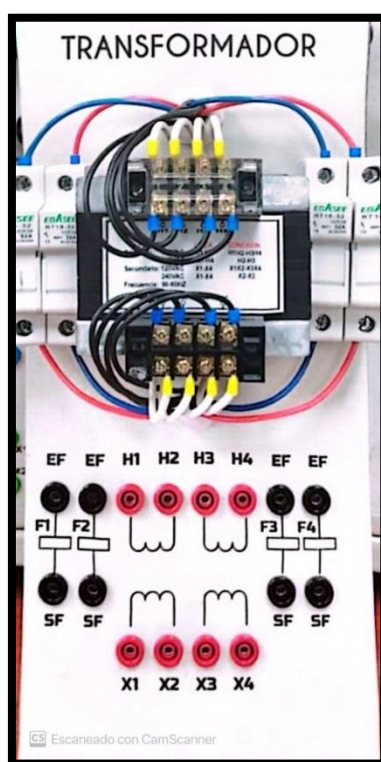


Figura 20. Lamina - transformador

Fuente: Autores

3.2.5 LÁMINA PARA SELECTORES DE 2 Y 3 POSICIONES

Para esta lamina se dispuso la inclusión de 2 selectores de 2 posiciones y 2 selectores de 3 posiciones como podemos observar en la figura 17.

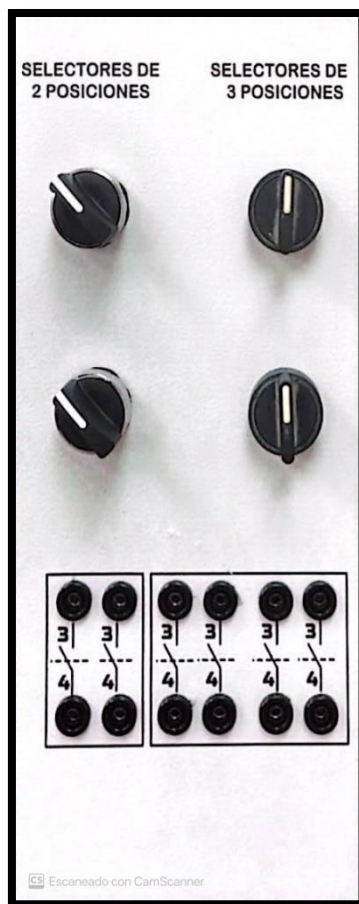


Figura 21. Lamina – selectores de 2 y 3 posiciones

Fuente: Autores

Las borneras de conexión tipo Jack son distribuidas según las conexiones de los selectores antes mencionados.

Las dimensiones finales de la lámina que se observa en la figura son las siguientes 34,35x14,02 cm.

3.2.6 LÁMINA PARA LOGO 12/24 RCE-LOGOIDM8 12/24 R

Para la elaboración de la siguiente lamina que se observa en la figura 18, se implementó un logo marca siemens y un bloque expensor de logo los cuales cuentan con sus respectivas prensas estopas de 22mm para realizar las conexiones las cuales serán la base para realizar los circuitos de prácticas.

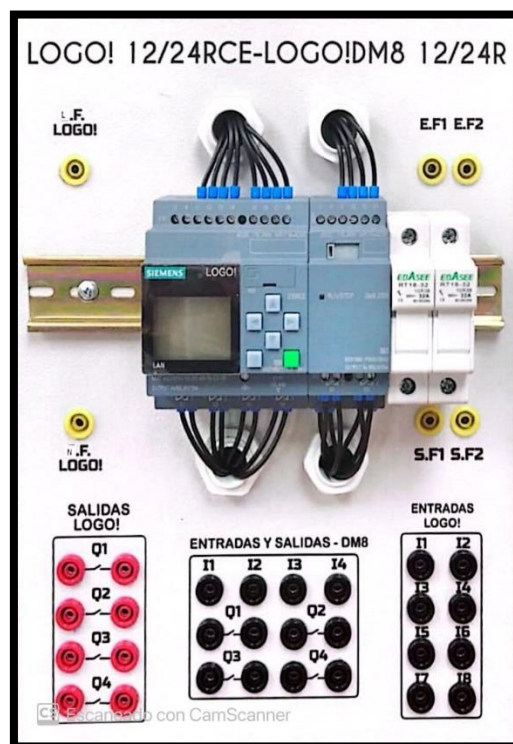


Figura 22. Lamina - mini logo plc

Fuente: Autores

En cuanto a protecciones cuenta con 3 fusible tipo 10x38 para protección de los equipos, las conexiones se realizan mediante las borneras de conexión tipo Jack las cuales serán distribuidas en las salidas y entradas de los componentes.

En cuanto a las dimensiones se consideró unas medidas de 34,2x25 cm para garantizar una correcta distribución de los elementos.

3.2.7 LÁMINA PARA DISTRIBUCIÓN

Esta lámina de distribución fue diseñada como una medida de protección para prevenir sobrecargas en los equipos utilizados. Sus dimensiones son de 34,35 x 13,06 cm. En su configuración, se instaló un disyuntor de 3 polos y 20 amperios para gestionar la distribución del sistema trifásico. Además, se incorporó una luz piloto de color verde como indicador visual para señalar que el sistema está en funcionamiento. Todo esto se lo puede observar en la siguiente figura.



Figura 23. Lámina - distribución

Fuente: Autores

3.2.8 LÁMINA PARA MANDO Y SEÑALIZACIÓN

La siguiente lamina está compuesta por:

- 5 luces piloto de 22mm en 220V
- 5 pulsadores de 22mm
- 2 potenciómetros de 5Kohms
- 1 botonera de paro de emergencia de 22mm
- Borneras de conexión tipo Jack

Todos estos elementos conforman la lámina que se observa en la figura 20, que cuenta con unas dimensiones de 16,16x34,35 cm.



Figura 24. Lamina - mando y señalización

Fuente: Autores

3.2.9 LÁMINA PARA SUPERVISOR

La siguiente lamina integra un supervisor marca Avtek, así como sus fusibles de protección del equipo con sus respectivas prensas estopas para garantizar las conexiones hacia las borneras tipo Jack que se encuentran distribuidas según las conexiones de los elementos.

En la figura se puede observar la lámina que posee las dimensiones previamente calculadas de 34,35x13,62 cm para que encaje en el módulo didáctico.

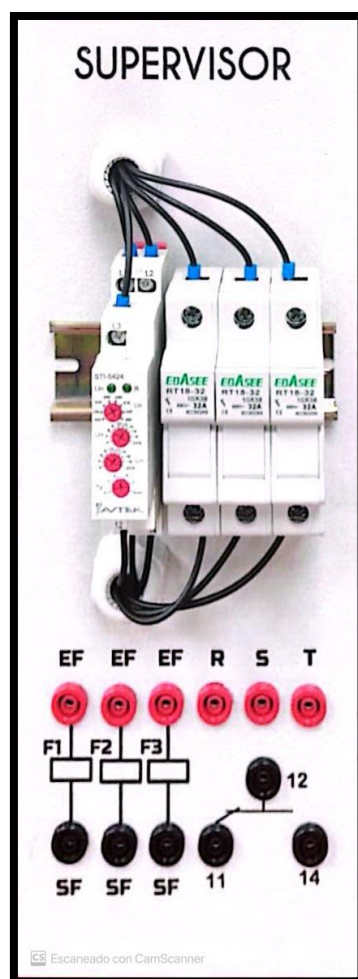


Figura 25. Lamina - supervisor Avtek

Fuente: Autores

3.2.10 LÁMINA PARA VARIADOR DE FRECUENCIA

Esta lámina está compuesta por un breaker de 2 polos y 6 A, que controla la activación de un variador de frecuencia KEWO con las siguientes características: INPUT: AC 1PH 230Vac de 3 PH. El variador está conectado en todas sus terminales, incluyendo las entradas digitales, salidas, entradas analógicas y los terminales de fuerza tanto para la entrada de alimentación como para la salida hacia el motor. Las dimensiones calculadas de la lámina son 34,35 x 25,04 cm, como se puede observar en la figura.

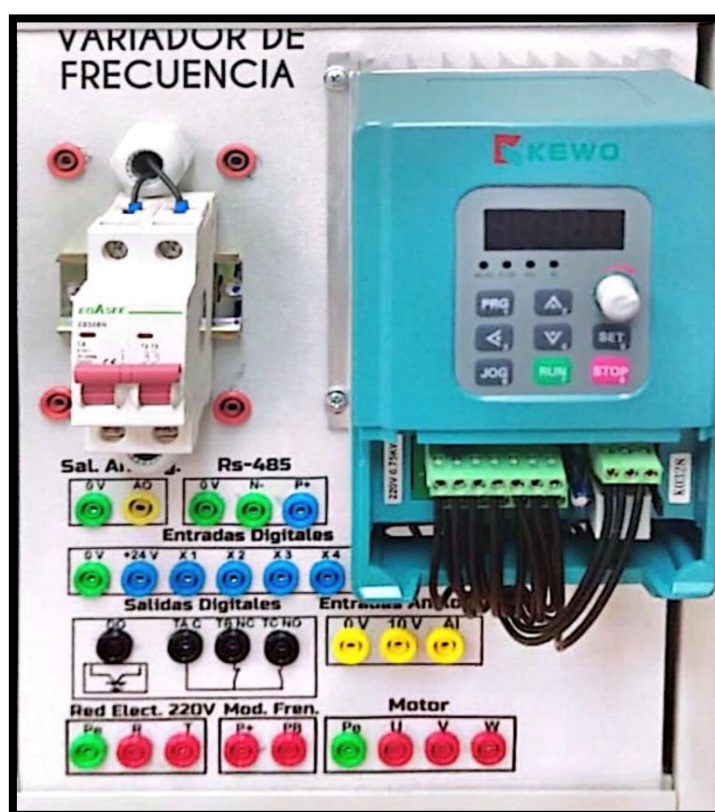


Figura 26. Lámina - variador de frecuencia

Fuente: Autores

3.3 MÓDULO DIDÁCTICO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES

A lo largo de la ejecución de este proyecto, hemos diseñado, parametrizado y construido un módulo de pruebas innovador destinado a la Carrera de Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, que permitirá a futuras generaciones de ingenieros aplicar sus conocimientos de la carrera de manera práctica. Este módulo didáctico representa una herramienta de gran utilidad para facilitar la enseñanza y el aprendizaje en asignaturas tanto de pregrado como de posgrado.

Utilizando la herramienta de diseño AutoCAD, creamos un prototipo detallado del módulo, que se compone de doce láminas interconectadas mediante conectores tipo plugs banana machos/hembras de diferentes tamaños, facilitando la realización de diversas prácticas de laboratorio. Entre las láminas desarrolladas, destacamos:

- 1 lámina para temporizadores
- 2 láminas para contactores
- 1 lámina para guardamotores
- 1 lámina para el transformador
- 1 lámina para los selectores de 2 y 3 posiciones
- 1 lámina para logo 12/24 RCE-LOGOIDM8 12/24 R
- 1 lámina para distribución
- 2 láminas para mando y señalización
- 1 lámina para supervisor
- 1 lámina para variador de frecuencia

Este módulo didáctico es una contribución significativa a la educación en ingeniería, ya que permite a los estudiantes experimentar y aplicar conceptos teóricos en un entorno práctico y controlado.

A continuación, se muestra una representación visual del módulo una vez finalizado su diseño y construcción, figura

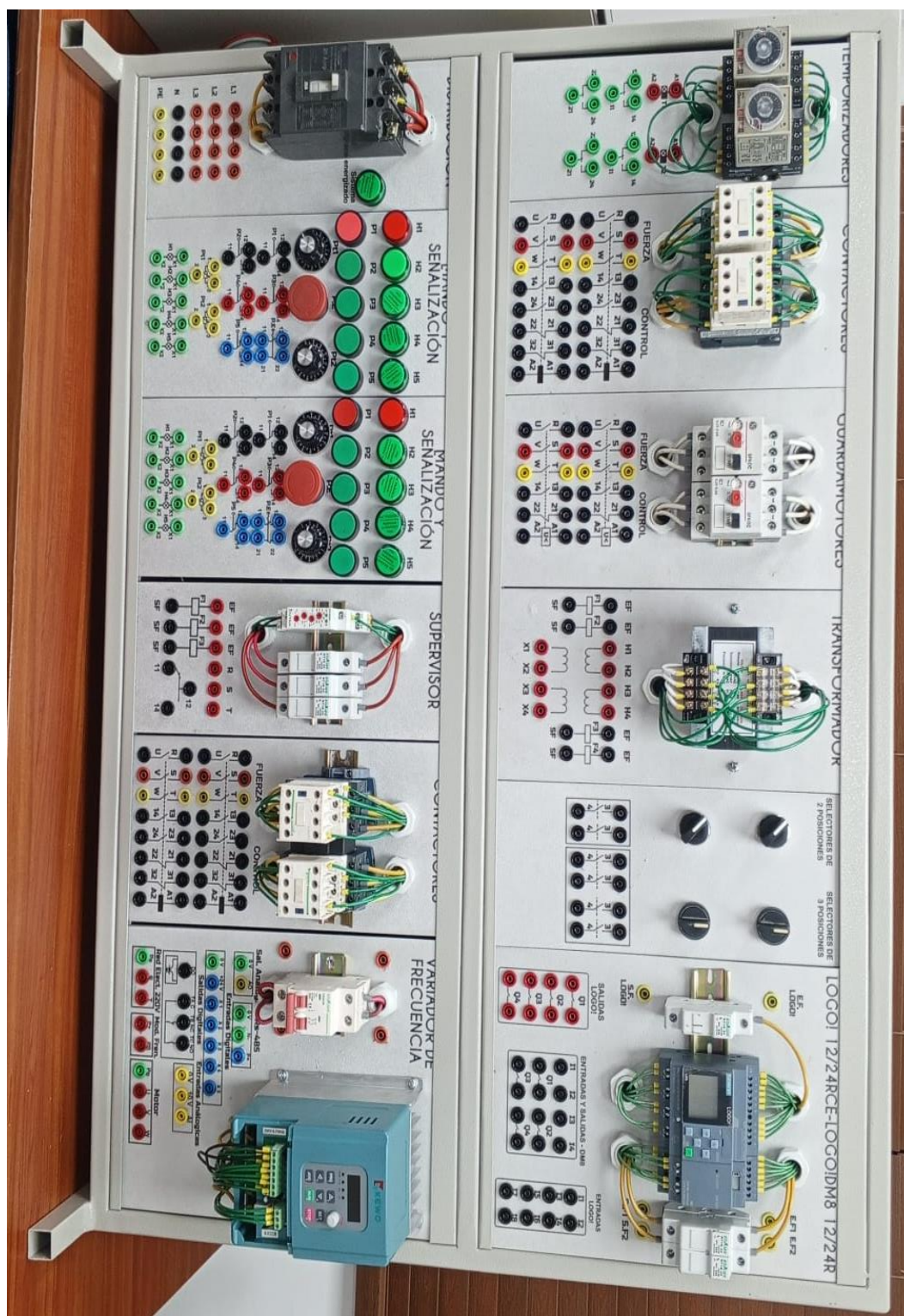


Figura 27. Modulo didáctico implementado

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 GUÍA DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO

En el campo de la ingeniería eléctrica y el control industrial, el manejo eficiente de motores trifásicos es fundamental para el funcionamiento óptimo de numerosos sistemas y procesos. Los motores trifásicos, debido a su robustez y eficiencia, son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales que requieren alta potencia y rendimiento constante. Sin embargo, su arranque y control pueden presentar desafíos significativos, especialmente en términos de manejo de corriente, control de velocidad y cambio de dirección de giro.

Con el objetivo de proporcionar una comprensión integral sobre el arranque, control y automatización de motores trifásicos, se han diseñado una serie de prácticas que abarcan diferentes métodos y tecnologías.

4.2 PRÁCTICAS Y RESULTADOS

4.2.1 PRÁCTICA 1: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque directo de motor trifásico + inversión de giro	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque directo para un motor trifásico que permita la inversión de giro utilizando botoneras y dispositivos electromecánicos. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque directo con inversión de giro. 2. Verificar el funcionamiento del sistema en condiciones reales. 3. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque directo de motores trifásicos es una de las técnicas más comunes en la industria debido a su simplicidad y bajo costo. Sin embargo, en aplicaciones donde se requiere invertir el sentido de giro del motor, es necesario implementar un circuito de control que permita esta funcionalidad de manera segura y eficiente. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque directo con inversión de giro utilizando botoneras, contactores y guardamotors, sin recurrir a dispositivos avanzados como arrancadores suaves o variadores de frecuencia. Arranque Directo El arranque directo consiste en conectar el motor directamente a la red eléctrica, lo que provoca un pico de corriente elevado (hasta 6-8 veces la corriente nominal). Este método es simple, pero puede causar problemas en redes eléctricas con poca capacidad. Inversión de Giro La inversión de giro en un motor trifásico se logra intercambiando dos de las tres fases de alimentación. Esto se realiza mediante contactores que cambian la secuencia de fases.			

Materiales y Métodos

Materiales Utilizados

- Motor trifásico
- Contactor principal (KM1) y de inversión (KM2).
- Guardamotor
- Botonera (pulsadores de marcha, parada e inversión).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Invertir las fases L1 y L3 en el contactor KM2 para lograr la inversión de giro.
3. Conectar la salida de los contactores al motor trifásico.

Circuito de Control

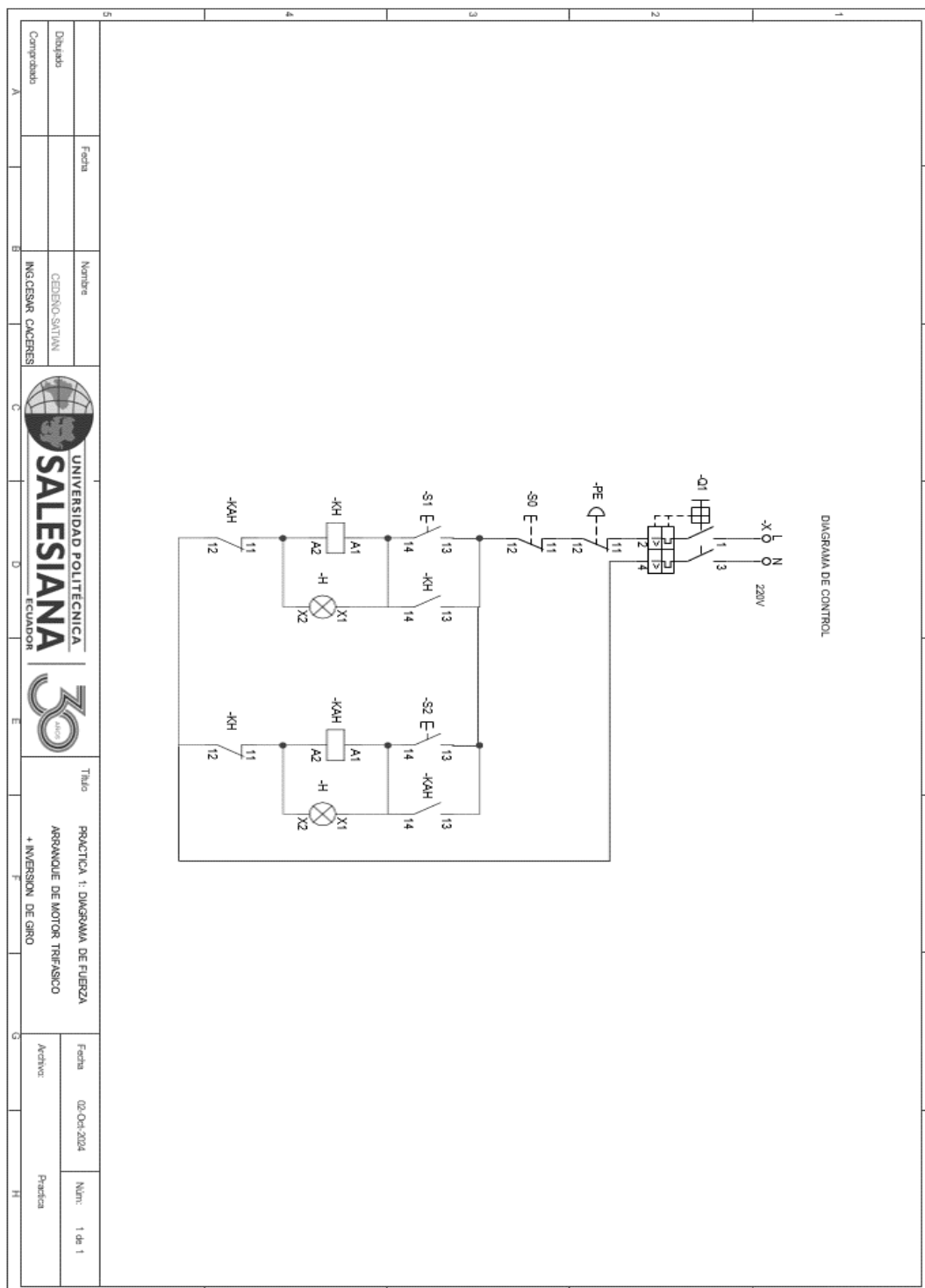
1. Conectar el pulsador de parada (S0) en serie con los pulsadores de marcha (S1 y S2).
2. Implementar contactos auxiliares de retención para KM1 y KM2.
3. Añadir interbloques eléctricos para evitar la activación simultánea de KM1 y KM2.

Procedimiento Experimental

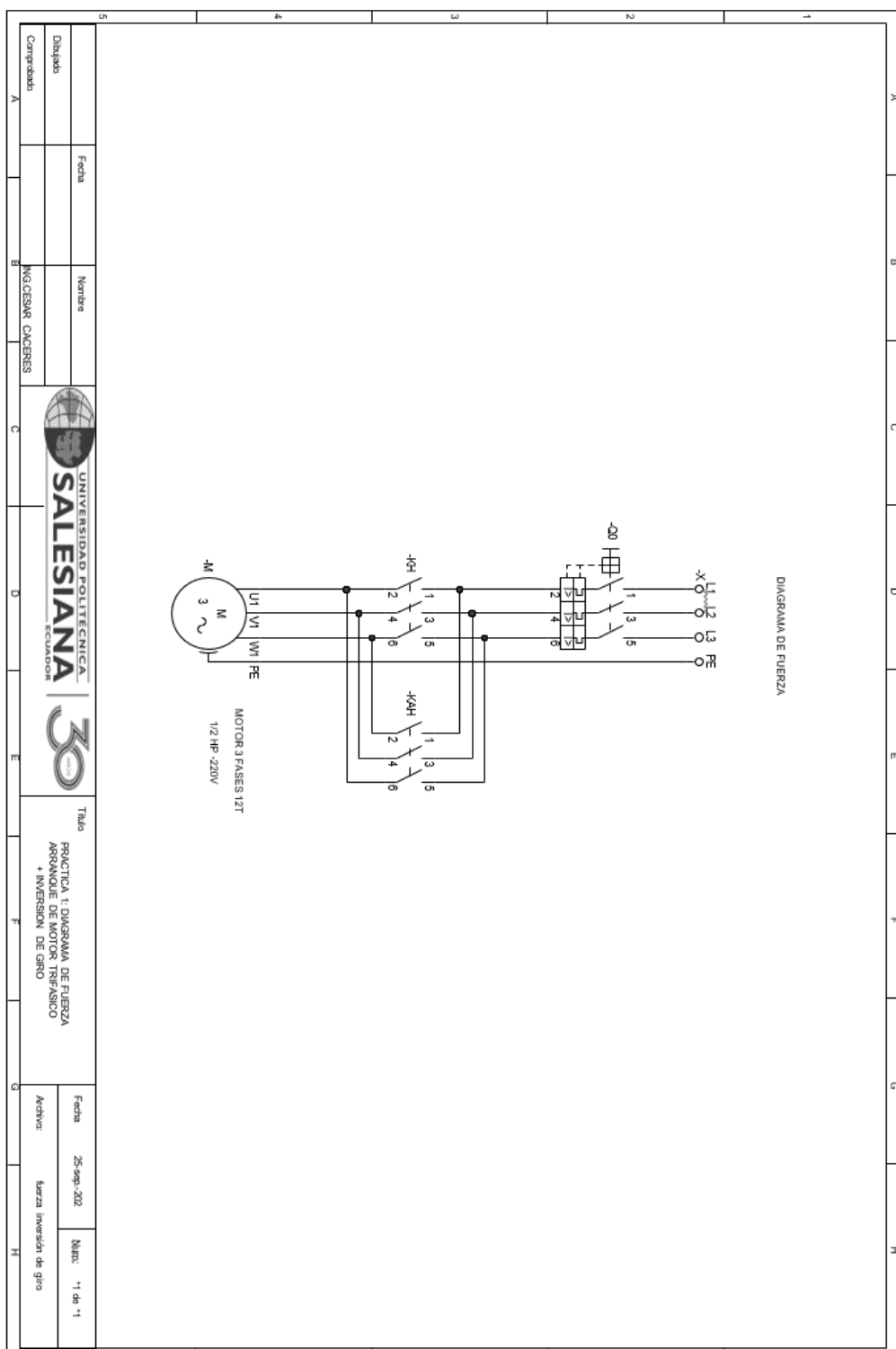
1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Verificar las conexiones y asegurar la correcta polarización de los componentes.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque directo en sentido horario.
 - Inversión de giro.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control



2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza





Resultados

- Corriente de arranque (I_a):

$I_a = 5.13 \text{ A}$

- Corriente en estado estable (I_n):

$I_n = 1.9 \text{ A}$

- Tensión en las bobinas (V_f):

$V_f = 220 \text{ V}$

- Potencia consumida (P):

$$P = 3 \times V_L \times I_n \times \cos \varphi = 3 \times 220 \text{ V} \times 1.9 \text{ A} \times 0.81 = 587.5 \text{ W}$$

$$P = 3 \times V_L \times I_n \times \cos \varphi = 3 \times 220 \text{ V} \times 1.9 \text{ A} \times 0.81 = 587.5 \text{ W}$$

Discusión

- El sistema es económico y fácil de implementar, pero tiene limitaciones en comparación con arrancadores suaves o variadores.
- El arranque directo sigue generando picos de corriente, lo que puede ser un problema en redes eléctricas débiles.
- La inversión de giro se realiza de manera segura gracias al interbloqueo eléctrico.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque directo con inversión de giro utilizando botoneras y dispositivos electromecánicos.
- El sistema es adecuado para aplicaciones simples donde no se requiera un control preciso del torque o la velocidad.
- Se recomienda el uso de arrancadores suaves o variadores en aplicaciones más exigentes.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte los picos de corriente del arranque directo.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como variadores de frecuencia) en aplicaciones críticas.

4.2.2 PRÁCTICA 2: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO + AVANCE GRADUAL.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque directo de motor trifásico + inversión de giro + avance gradual	
Objetivos Objetivo General: Implementar un sistema de arranque directo para un motor trifásico que permita la inversión de giro y un avance gradual en el arranque, utilizando botoneras y dispositivos electromecánicos. Objetivos Específicos: - Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque directo con inversión de giro. - Incorporar un temporizador para simular un avance gradual en el arranque. - Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. - Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque directo de motores trifásicos es una técnica ampliamente utilizada en la industria debido a su simplicidad y bajo costo. Sin embargo, en aplicaciones donde se requiere inversión de giro y un arranque gradual, es necesario implementar circuitos de control que permitan estas funcionalidades sin recurrir a dispositivos avanzados como arrancadores suaves o variadores de frecuencia. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque directo con inversión de giro y avance gradual utilizando únicamente botoneras, contactores, relés y temporizadores. Avance Gradual: El avance gradual simula un arranque suave mediante el uso de un temporizador que retarda la activación del contactor principal. Aunque no controla el torque ni la velocidad, reduce el impacto inicial en la red eléctrica.			

Materiales y Métodos

Materiales Utilizados

- Motor trifásico
- Contactor principal (KM1) y de inversión (KM2).
- Guardamotor
- Temporizador (KT).
- Botonera (pulsadores de marcha, parada e inversión).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Invertir las fases L1 y L3 en el contactor KM2 para lograr la inversión de giro.
3. Conectar la salida de los contactores al motor trifásico.

Circuito de Control

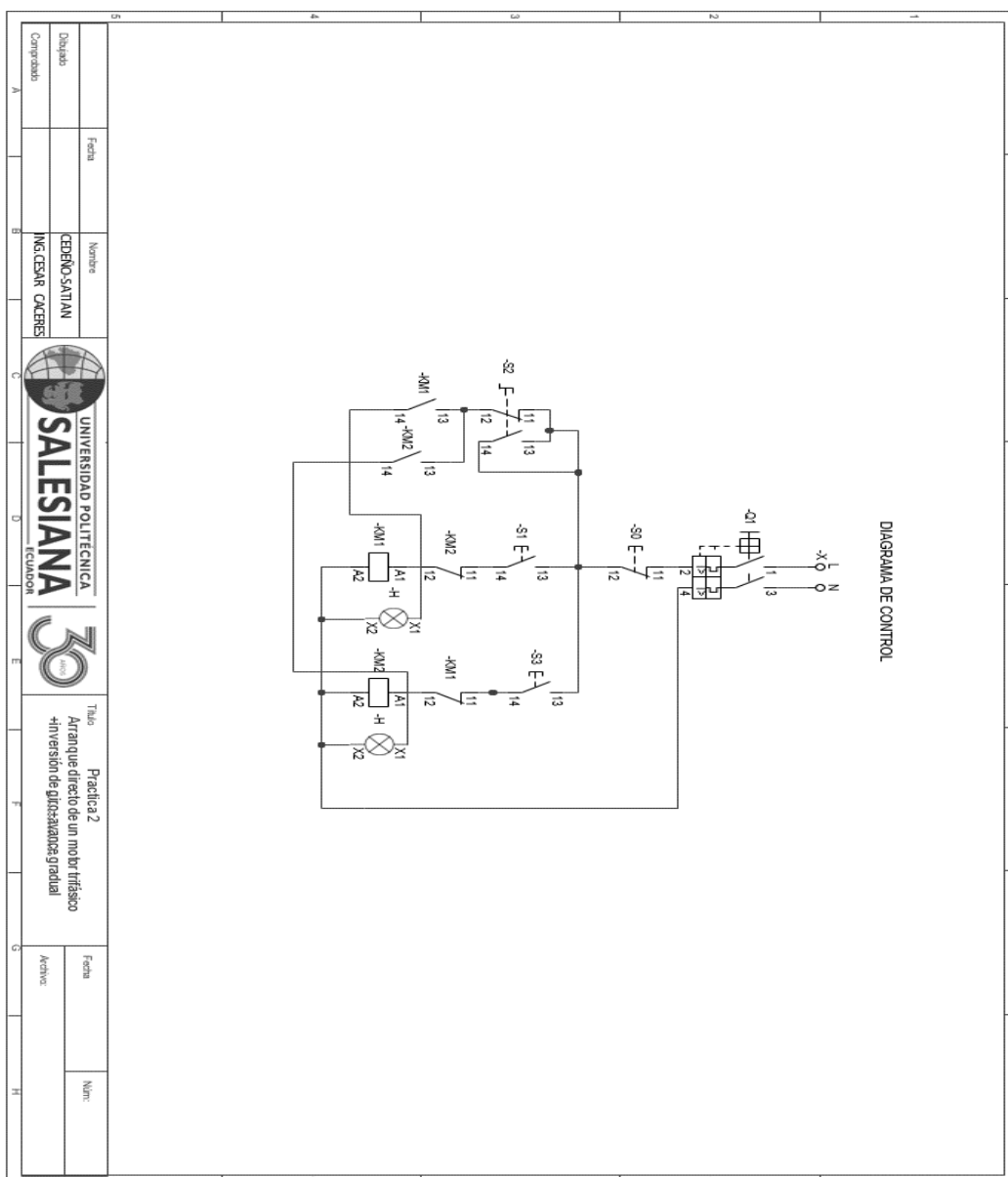
1. Conectar el pulsador de parada (S0) en serie con los pulsadores de marcha (S1 y S2).
2. Implementar contactos auxiliares de retención para KM1 y KM2.
3. Incorporar el temporizador (KT) para retrasar la activación de KM1 o KM2.
4. Añadir interbloques eléctricos para evitar la activación simultánea de KM1 y KM2.

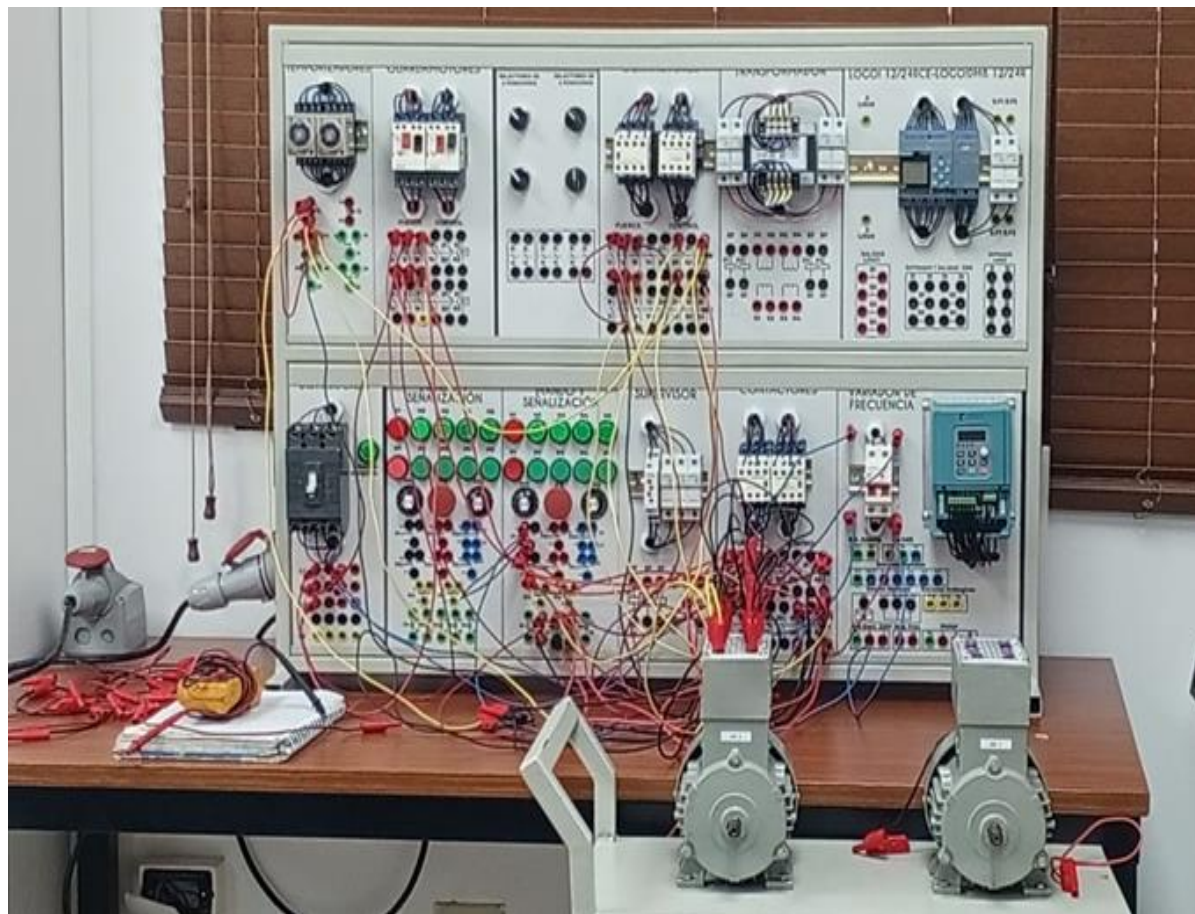
Procedimiento Experimental

1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Verificar las conexiones y asegurar la correcta polarización de los componentes.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque directo en sentido horario.
 - Inversión de giro.
 - Verificación del avance gradual mediante el temporizador.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control





Resultados y Discusión

Resultados

- El motor arranca correctamente en ambos sentidos de giro.
- El temporizador permite un retardo en el arranque, simulando un avance gradual.
- El guardamotor protege el motor contra sobrecargas.
- El sistema es funcional y cumple con los objetivos planteados.

Discusión

- El sistema es económico y fácil de implementar, pero tiene limitaciones en comparación con arrancadores suaves o variadores.
- El arranque directo sigue generando picos de corriente, lo que puede ser un problema en redes eléctricas débiles.

- El avance gradual simulado no controla el torque ni la velocidad, lo que limita su aplicación en cargas pesadas.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque directo con inversión de giro y avance gradual utilizando botoneras y dispositivos electromecánicos.
- El sistema es adecuado para aplicaciones simples donde no se requiera un control preciso del torque o la velocidad.
- Se recomienda el uso de arrancadores suaves o variadores en aplicaciones más exigentes.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte los picos de corriente del arranque directo.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como variadores de frecuencia) en aplicaciones críticas.

4.2.3 PRÁCTICA 3: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico a tensión reducida por el método de devanados parciales	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque a tensión reducida para un motor trifásico utilizando el método de devanados parciales, con protección mediante un guardamotor. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque por devanados parciales. 2. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 3. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos para lograr esto es el arranque por devanados parciales, que consiste en utilizar solo una parte del devanado del motor durante el arranque. Un motor trifásico con devanados parciales tiene dos conjuntos de devanados independientes en el estator. Durante el arranque, solo uno de los devanados se energiza, lo que reduce la corriente de arranque y el torque. Una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal, se energiza el segundo devanado.			
Materiales y Métodos Materiales Utilizados • Motor trifásico con devanados parciales. • Contactor principal (KM1) y auxiliar (KM2). • Guardamotor (GM). • Temporizador (KT).			

- Botonera (pulsadores de marcha y parada).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Conectar el primer devanado del motor a KM1.
3. Conectar el segundo devanado del motor a KM2.
4. Conectar el guardamotor (GM) en serie con los contactores para proteger el circuito.

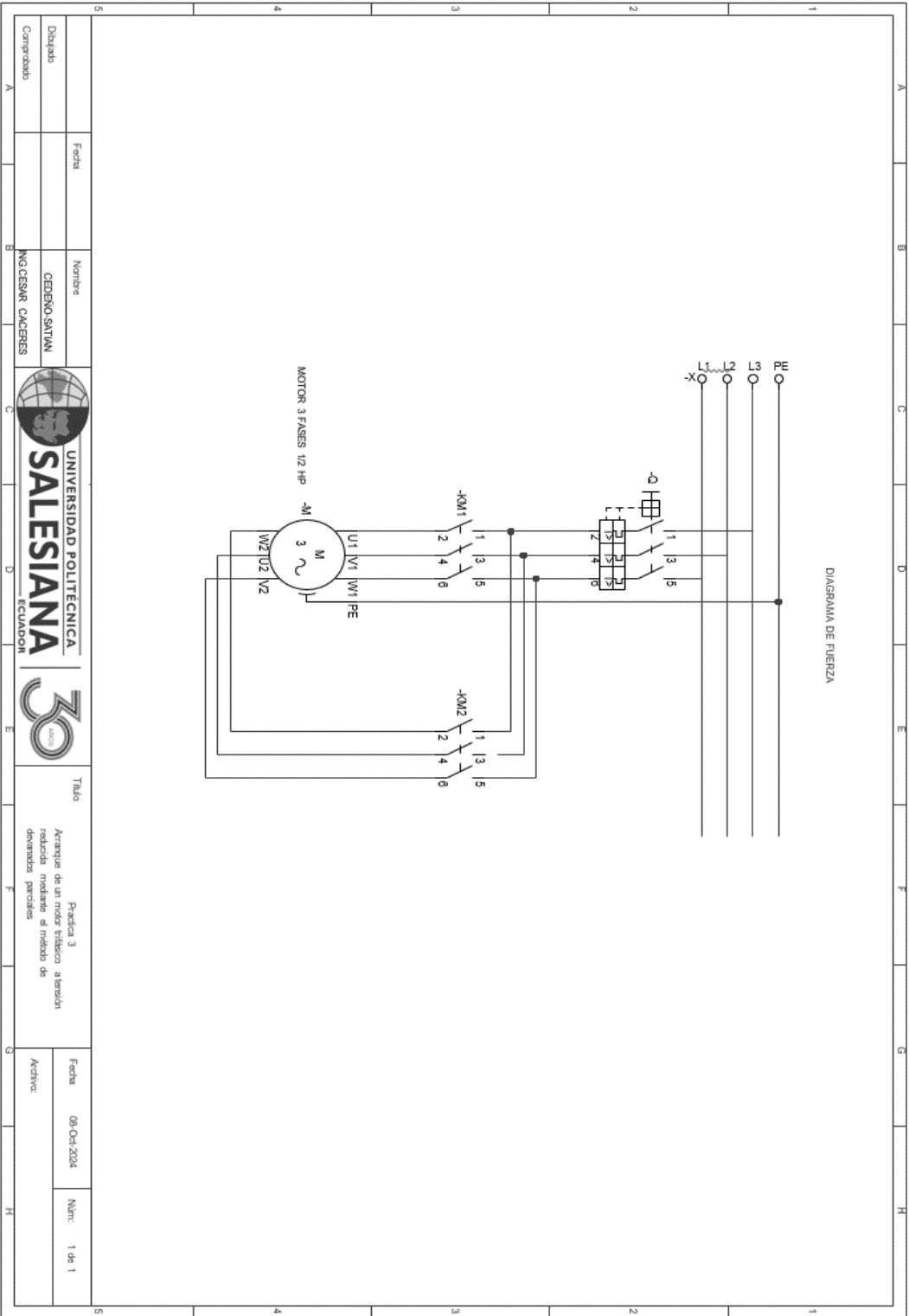
Circuito de Control

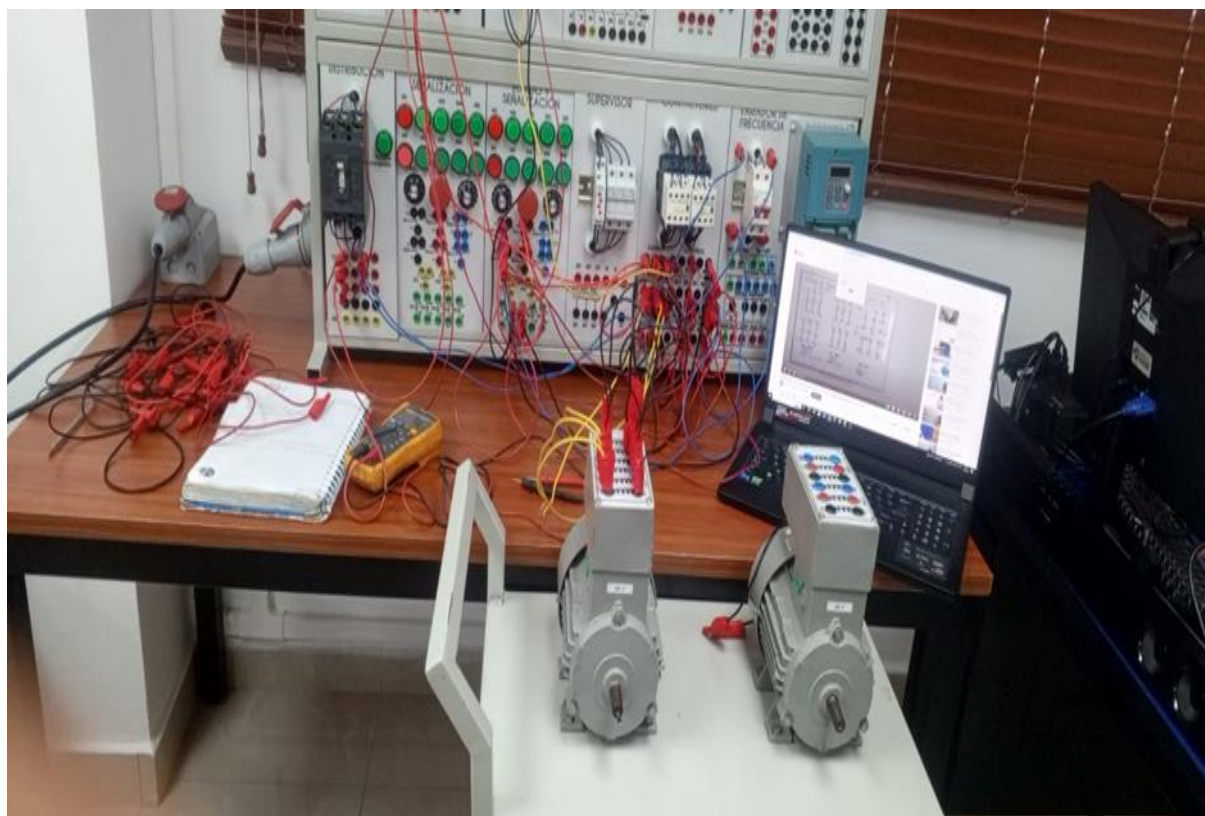
1. Conectar el pulsador de parada (S0) en serie con el pulsador de marcha (S1).
2. Implementar contactos auxiliares de retención para KM1 y KM2.
3. Conectar el temporizador (KT) para controlar el cambio entre KM1 y KM2.
4. Añadir el guardamotor (GM) en el circuito de control para protección.

Procedimiento Experimental

1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Verificar las conexiones y asegurar la correcta polarización de los componentes.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque con el primer devanado (KM1).
 - Cambio automático al segundo devanado (KM2) mediante el temporizador.

2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza





Resultados

- **Corriente de arranque (I_a):**
 $I_a=2.565A$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
 $I_n=1.9$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
 $V_f=220\text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
 $P=587.5\text{ W}$

Discusión

- El arranque por devanados parciales reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El sistema es más complejo que un arranque directo, pero ofrece ventajas en aplicaciones donde se requiere un arranque suave.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque a tensión reducida utilizando el método de devanados parciales.
- El guardamotor demostró ser un dispositivo de protección eficaz y confiable.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.4 PRÁCTICA 4: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico a tensión reducida por el método estrella triángulo	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque a tensión reducida para un motor trifásico utilizando el método estrella-triángulo. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque estrella-triángulo. 2. Utilizar un relé térmico y un guardamotor como dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. 3. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica ampliamente utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos más comunes para lograr esto es el arranque estrella-triángulo, que consiste en arrancar el motor en configuración estrella (tensión reducida) y luego cambiar a configuración triángulo (tensión plena) una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque estrella-triángulo, incluyendo el diseño del circuito de control y potencia, así como la protección del motor. El arranque estrella-triángulo es un método de arranque a tensión reducida que consiste en: 1. Configuración Estrella (Y): Durante el arranque, las bobinas del motor se conectan en estrella, lo que reduce la tensión aplicada a cada bobina a 1331 de la tensión de línea. Esto limita la corriente de arranque a aproximadamente un tercio de la corriente de arranque directo.			

2. **Configuración Triángulo (Δ):** Una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal, se cambia a la configuración triángulo, aplicando la tensión plena a las bobinas.

Materiales y Métodos

Materiales Utilizados

- Motor trifásico
- Contactor principal (KM1), estrella (KM2) y triángulo (KM3).
- Guardamotor (GM).
- Temporizador (KT).
- Botonera (pulsadores de marcha y parada).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1.
2. Conectar las salidas de KM1 a los bornes U1, V1 y W1 del motor.
3. Conectar KM2 para formar la configuración estrella (unir U2, V2 y W2).
4. Conectar KM3 para formar la configuración triángulo (unir U2-W1, V2-U1 y W2-V1).
5. Conectar el guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

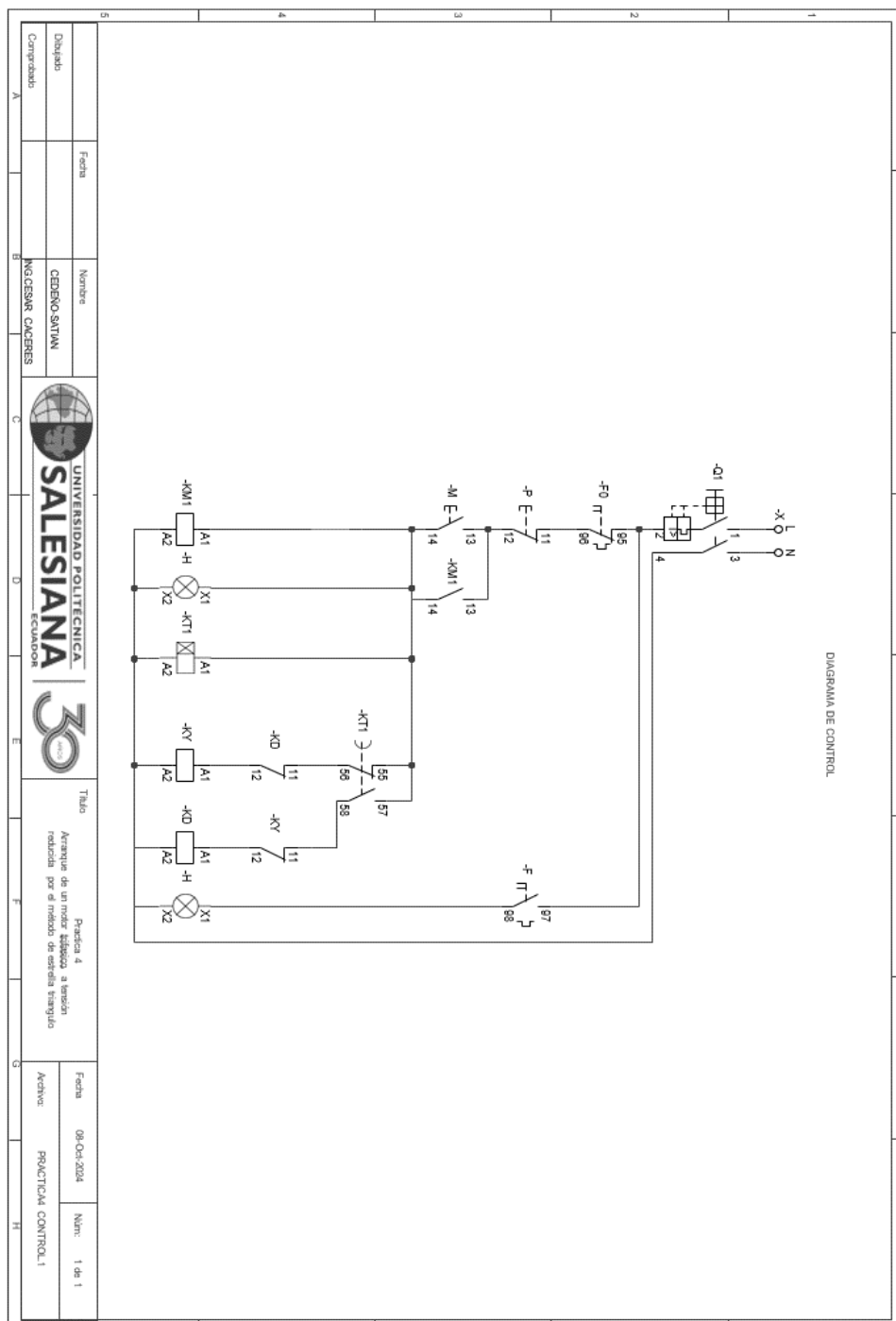
1. Conectar el pulsador de parada (S0) en serie con el pulsador de marcha (S1).
2. Implementar contactos auxiliares de retención para KM1.
3. Conectar el temporizador (KT) para controlar el cambio de KM2 (estrella) a KM3 (triángulo).
4. Añadir interbloques eléctricos para evitar la activación simultánea de KM2 y KM3.

Procedimiento Experimental

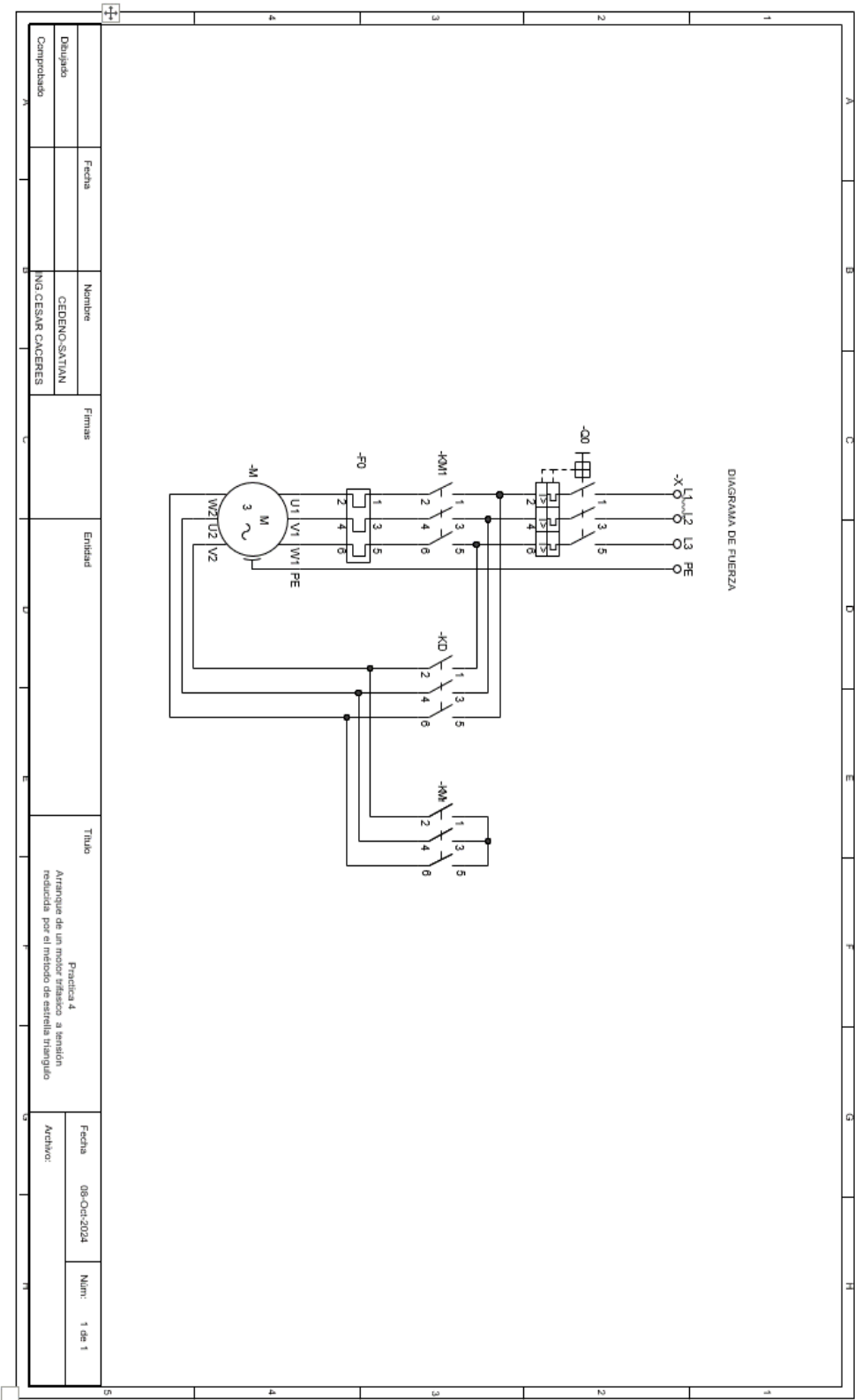
1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Verificar las conexiones y asegurar la correcta polarización de los componentes.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque en configuración estrella.
 - Cambio automático a configuración triángulo mediante el temporizador.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control



2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza





Resultados y Discusión

Resultados

- Corriente de arranque en estrella (I_a):
- $I_a = 2.96 \text{ A}$
- Corriente en estado estable (I_n):
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- Tensión en las bobinas (V_f):
- $V_f = 127 \text{ V}$
- Potencia consumida (P):
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El arranque estrella-triángulo reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El sistema es más complejo que un arranque directo, pero ofrece ventajas en aplicaciones donde se requiere un arranque suave.
- El uso de un guardamotor mejora la protección del sistema contra fallos eléctricos.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque a tensión reducida utilizando el método estrella-triángulo.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.
- El uso de un guardamotor garantiza la seguridad y confiabilidad del sistema.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.5 PRÁCTICA 5: ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR TRIFÁSICO + INVERSIÓN DE GIRO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	5	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque directo de motor trifásico + inversión de giro mediante la aplicación de mini PLC LOGO	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque directo para un motor trifásico que permita la inversión de giro utilizando un PLC Logo!. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque directo con inversión de giro. 2. Programar el PLC Logo! para controlar el arranque, parada e inversión de giro del motor. 3. Verificar el funcionamiento del sistema en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque directo de motores trifásicos es una técnica ampliamente utilizada en la industria debido a su simplicidad y bajo costo. Sin embargo, en aplicaciones donde se requiere invertir el sentido de giro del motor, es necesario implementar un sistema de control que permita esta funcionalidad de manera segura y eficiente. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque directo con inversión de giro utilizando un PLC Logo! de Siemens, que ofrece una solución compacta y programable para el control del motor. PLC Logo! El PLC Logo! es un controlador lógico programable compacto y económico, ideal para aplicaciones simples de automatización. Permite programar funciones lógicas, temporizadores y contadores para controlar dispositivos eléctricos.			
Materiales y Métodos			
Materiales Utilizados			

- Motor trifásico
- Contactor principal (KM1) y de inversión (KM2).
- Guardamotor (GM).
- PLC Logo! (Siemens).
- Botonera (pulsadores de marcha, parada e inversión).
- Fusibles.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Invertir las fases L1 y L3 en el contactor KM2 para lograr la inversión de giro.
3. Conectar la salida de los contactores al motor trifásico.
4. Conectar el Guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1), parada (S0) e inversión (S2) a las entradas digitales del PLC Logo!.
2. Conectar las salidas del PLC Logo! a las bobinas de los contactores KM1 y KM2.
3. Programar el PLC Logo! para gestionar la lógica de control:
 - Arranque en sentido horario (KM1).
 - Inversión de giro (KM2).
 - Interbloqueo para evitar la activación simultánea de KM1 y KM2.

Programación del PLC Logo!

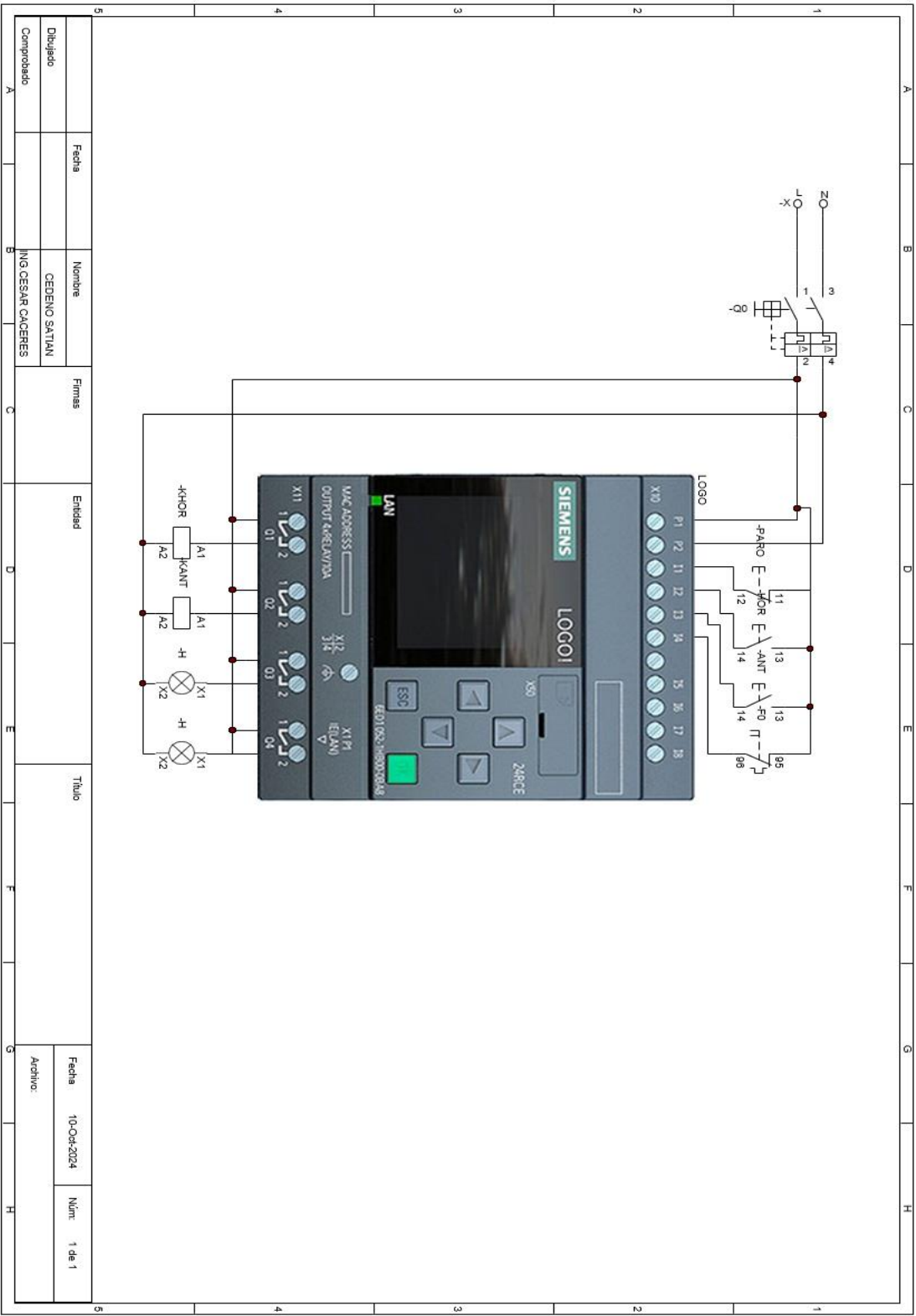
1. **Entradas:**
 - I1: Pulsador de parada (S0, NC).
 - I2: Pulsador de marcha en sentido horario (S1, NO).
 - I3: Pulsador de marcha en sentido antihorario (S2, NO).
2. **Salidas:**
 - Q1: Contactor KM1 (sentido horario).
 - Q2: Contactor KM2 (sentido antihorario).
3. **Lógica de Control:**
 - Implementar un interbloqueo para evitar que Q1 y Q2 se activen simultáneamente.
 - Utilizar funciones lógicas básicas (AND, OR, NOT) para gestionar los pulsadores y contactores.

Procedimiento Experimental

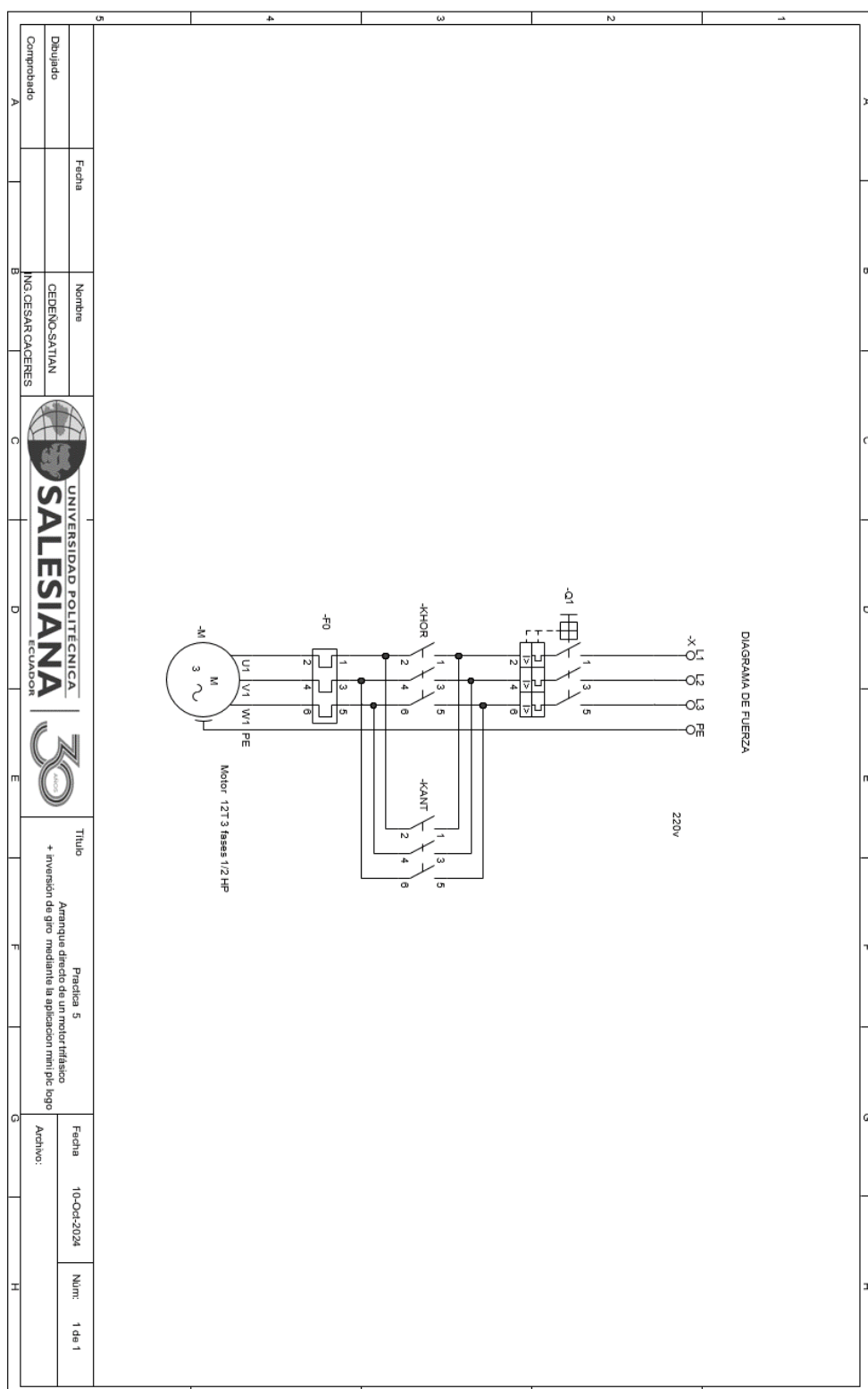
1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Programar el PLC Logo! con la lógica de control.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque directo en sentido horario.
 - Inversión de giro.
4. Medir la corriente de arranque y compararla con la corriente nominal del motor.

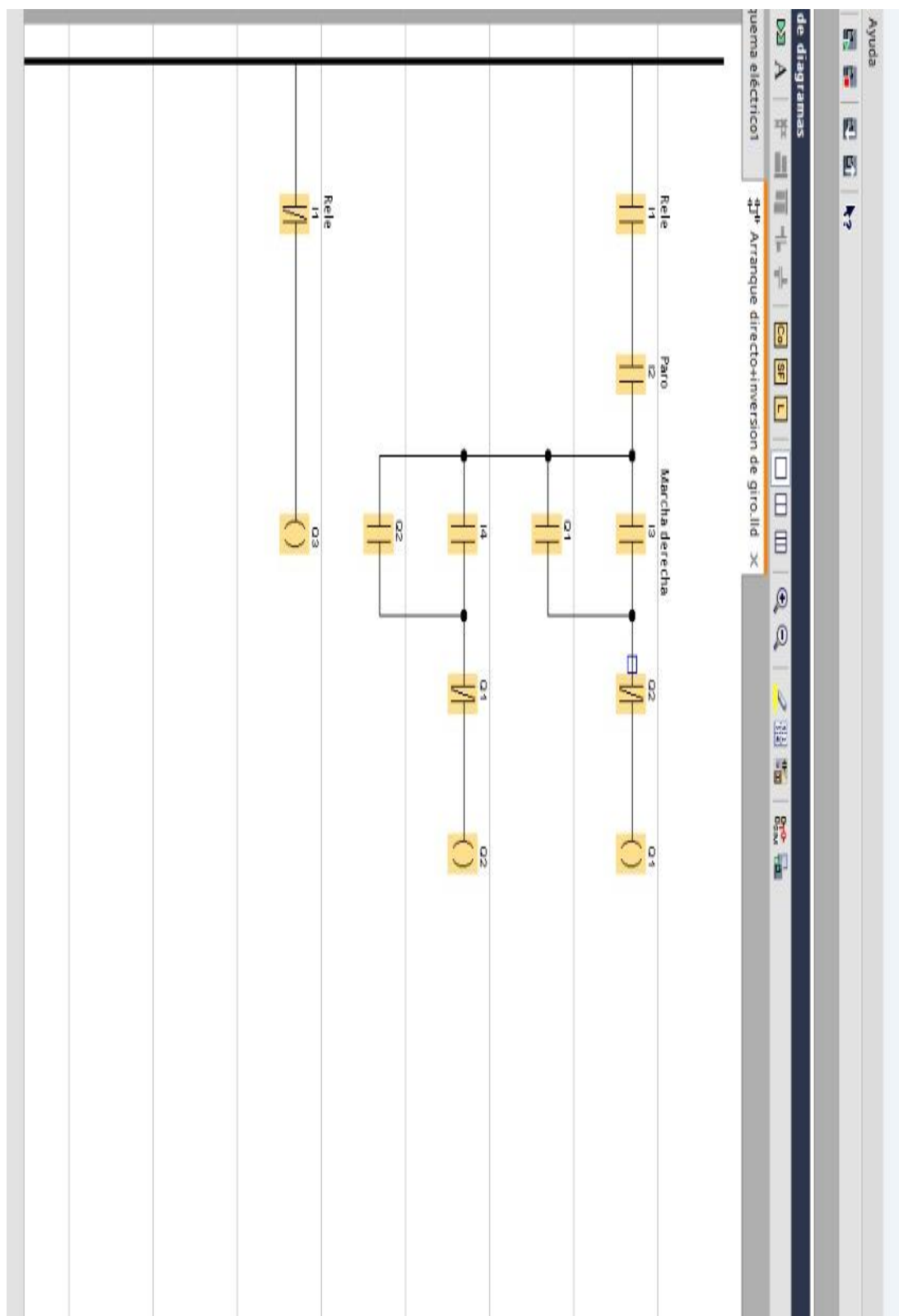
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control



2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza



3. Armar el siguiente diagrama de circuito a programar en PLC LOGO



Resultados y Discusión

Resultados

- **Corriente de arranque (I_a):**
- $I_a = 5.13 \text{ A}$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
- $V_f = 220 \text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El uso de un PLC Logo! simplifica el diseño del circuito de control y permite una mayor flexibilidad en la lógica de operación.
- El sistema es más compacto y fácil de modificar en comparación con sistemas basados en relés electromecánicos.
- El arranque directo sigue generando picos de corriente, lo que puede ser un problema en redes eléctricas débiles.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque directo con inversión de giro utilizando un PLC Logo!.
- El sistema es adecuado para aplicaciones simples donde se requiera un control flexible y confiable.
- El uso de un PLC Logo! mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte los picos de corriente del arranque directo.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.6 PRÁCTICA 6: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	6	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico a tensión reducida por el método de devanados parciales mediante la aplicación de mini PLC LOGO	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque a tensión reducida para un motor trifásico utilizando el método de devanados parciales, con control mediante un PLC Logo!. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque por devanados parciales. 2. Programar el PLC Logo! para gestionar el arranque y el cambio entre devanados. 3. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos para lograr esto es el arranque por devanados parciales, que consiste en utilizar solo una parte del devanado del motor durante el arranque. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque a tensión reducida utilizando el método de devanados parciales, con control mediante un PLC Logo! de Siemens, que ofrece una solución compacta y programable para el control del motor. Motor Trifásico con Devanados Parciales Un motor trifásico con devanados parciales tiene dos conjuntos de devanados independientes en el estator. Durante el arranque, solo uno de los devanados se energiza, lo que reduce la corriente de arranque y el torque. Una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal, se energiza el segundo devanado. Arranque a Tensión Reducida			

El arranque a tensión reducida limita la corriente de arranque, lo que reduce el estrés en la red eléctrica y en el motor. Este método es útil en aplicaciones donde los picos de corriente pueden causar problemas.

3.3. PLC Logo!

El PLC Logo! es un controlador lógico programable compacto y económico, ideal para aplicaciones simples de automatización. Permite programar funciones lógicas, temporizadores y contadores para controlar dispositivos eléctricos.

Materiales y Métodos

Materiales Utilizados

- Motor trifásico con devanados parciales
- Contactor principal (KM1) y auxiliar (KM2).
- Guardamotor (GM).
- PLC Logo! (Siemens).
- Botonera (pulsadores de marcha y parada).
- Fusibles.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Conectar el primer devanado del motor a KM1.
3. Conectar el segundo devanado del motor a KM2.
4. Conectar el Guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1) y parada (S0) a las entradas digitales del PLC Logo!.
2. Conectar las salidas del PLC Logo! a las bobinas de los contactores KM1 y KM2.
3. Programar el PLC Logo! para gestionar la lógica de control:
 - Arranque con el primer devanado (KM1).
 - Cambio automático al segundo devanado (KM2) mediante un temporizador.

Programación del PLC Logo!

1. Entradas:

- I1: Pulsador de parada (S0, NC).
- I2: Pulsador de marcha (S1, NO).

2. Salidas:

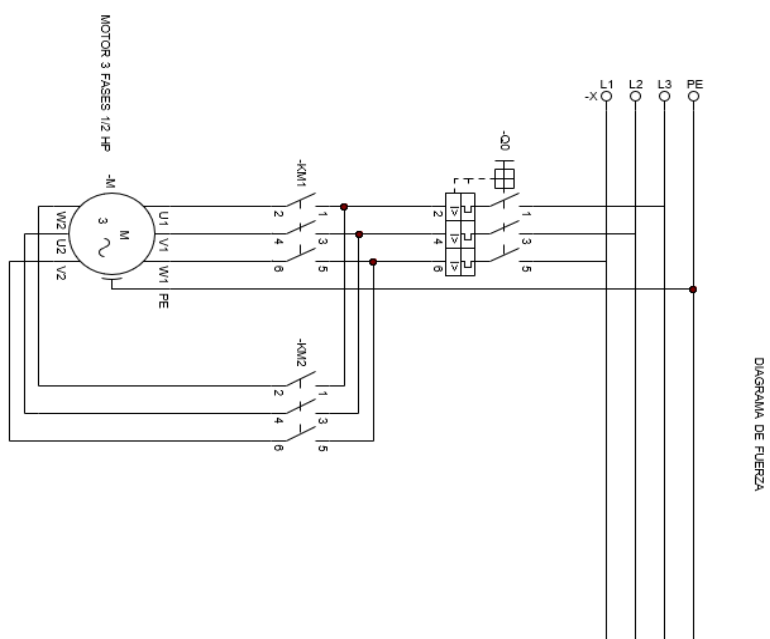
- Q1: Contactor KM1 (primer devanado).
- Q2: Contactor KM2 (segundo devanado).

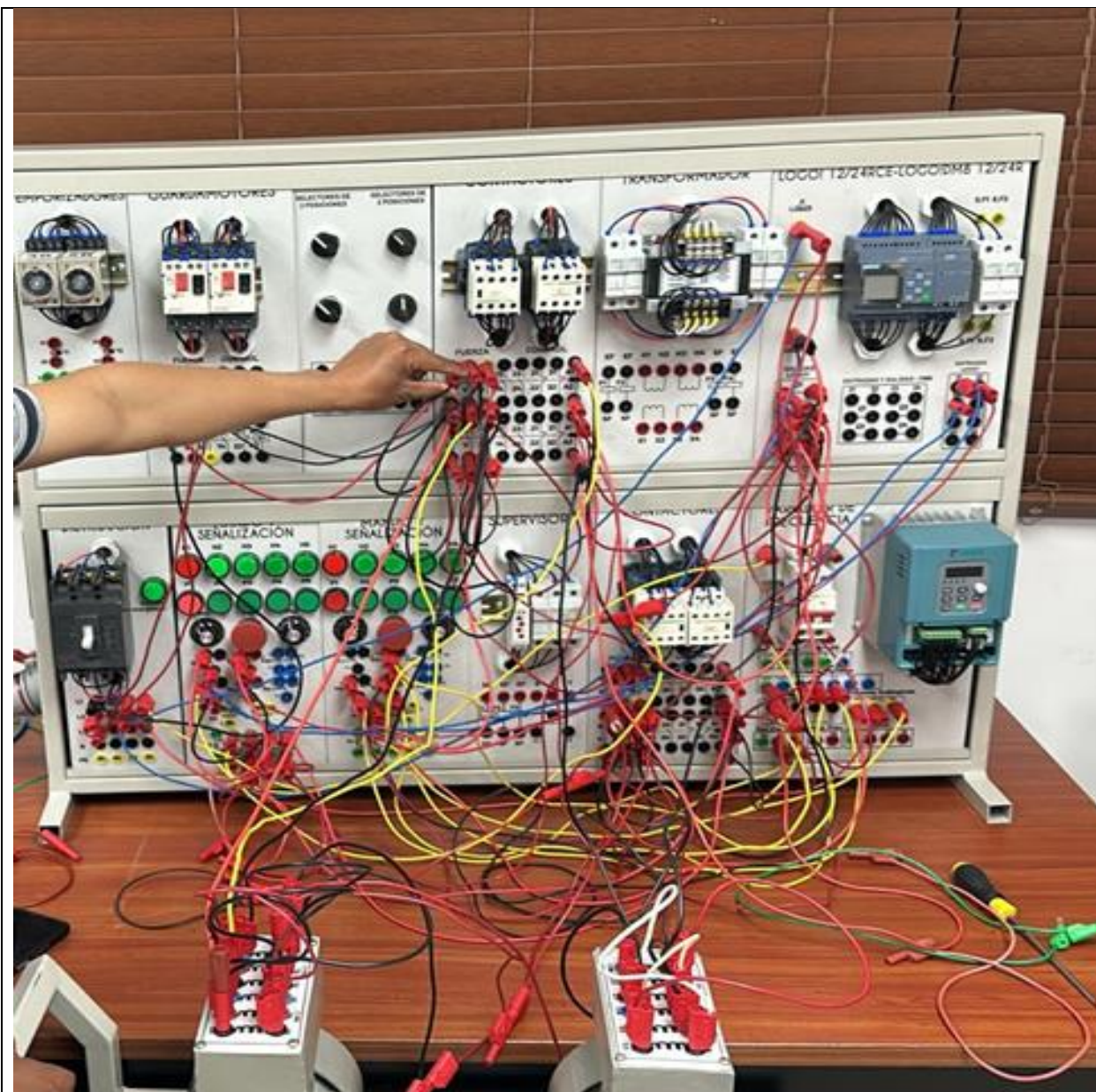
3. Lógica de Control:

- Al presionar S1, activar Q1 (KM1) para energizar el primer devanado.
- Utilizar un temporizador en el PLC Logo! para retrasar la activación de Q2 (KM2).
- Desactivar Q1 y activar Q2 después del retardo para energizar el segundo devanado.

Procedimiento Experimental

1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Programar el PLC Logo! con la lógica de control.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque con el primer devanado.
 - Cambio automático al segundo devanado mediante el temporizador.
4. Medir la corriente de arranque y compararla con la corriente nominal del motor.

[illegible]



Resultados y Discusión

Resultados

- **Corriente de arranque (I_a):**
- $I_a = 2.565 \text{ A}$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
- $V_f = 220 \text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El arranque por devanados parciales reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El uso de un PLC Logo! simplifica el diseño del circuito de control y permite una mayor flexibilidad en la lógica de operación.
- El sistema es más compacto y fácil de modificar en comparación con sistemas basados en relés electromecánicos.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque a tensión reducida utilizando el método de devanados parciales con control mediante un PLC Logo!.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.
- El uso de un PLC Logo! mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.7 PRÁCTICA 7: ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	7	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico a tensión reducida por el método estrella triángulo mediante la aplicación de mini PLC LOGO	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque a tensión reducida para un motor trifásico utilizando el método estrella-triángulo, con control mediante un PLC Logo!. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque estrella-triángulo. 2. Programar el PLC Logo! para gestionar el arranque y el cambio de estrella a triángulo. 3. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica ampliamente utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos más comunes para lograr esto es el arranque estrella-triángulo, que consiste en arrancar el motor en configuración estrella (tensión reducida) y luego cambiar a configuración triángulo (tensión plena) una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque estrella-triángulo utilizando un PLC Logo! de Siemens, que ofrece una solución compacta y programable para el control del motor.			
Materiales y Métodos Materiales Utilizados • Motor trifásico • Contactor principal (KM1), estrella (KM2) y triángulo (KM3). • Guardamotor (GM). • PLC Logo! (Siemens). • Botonera (pulsadores de marcha y parada).			

- Fusibles.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1.
2. Conectar las salidas de KM1 a los bornes U1, V1 y W1 del motor.
3. Conectar KM2 para formar la configuración estrella (unir U2, V2 y W2).
4. Conectar KM3 para formar la configuración triángulo (unir U2-W1, V2-U1 y W2-V1).
5. Conectar el Guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1) y parada (S0) a las entradas digitales del PLC Logo!.
2. Conectar las salidas del PLC Logo! a las bobinas de los contactores KM1, KM2 y KM3.
3. Programar el PLC Logo! para gestionar la lógica de control:
 - Arranque en configuración estrella (KM1 y KM2).
 - Cambio automático a configuración triángulo (KM1 y KM3) mediante un temporizador.

Programación del PLC Logo!

1. **Entradas:**
 - I1: Pulsador de parada (S0, NC).
 - I2: Pulsador de marcha (S1, NO).
2. **Salidas:**
 - Q1: Contactor KM1 (principal).
 - Q2: Contactor KM2 (estrella).
 - Q3: Contactor KM3 (triángulo).
3. **Lógica de Control:**
 - Al presionar S1, activar Q1 (KM1) y Q2 (KM2) para arrancar en estrella.
 - Utilizar un temporizador en el PLC Logo! para retrasar la activación de Q3 (KM3) y desactivar Q2 (KM2) después de un tiempo determinado (por ejemplo, 5 segundos).
 - Asegurar que Q2 y Q3 no se activen simultáneamente mediante interbloqueo en la programación.

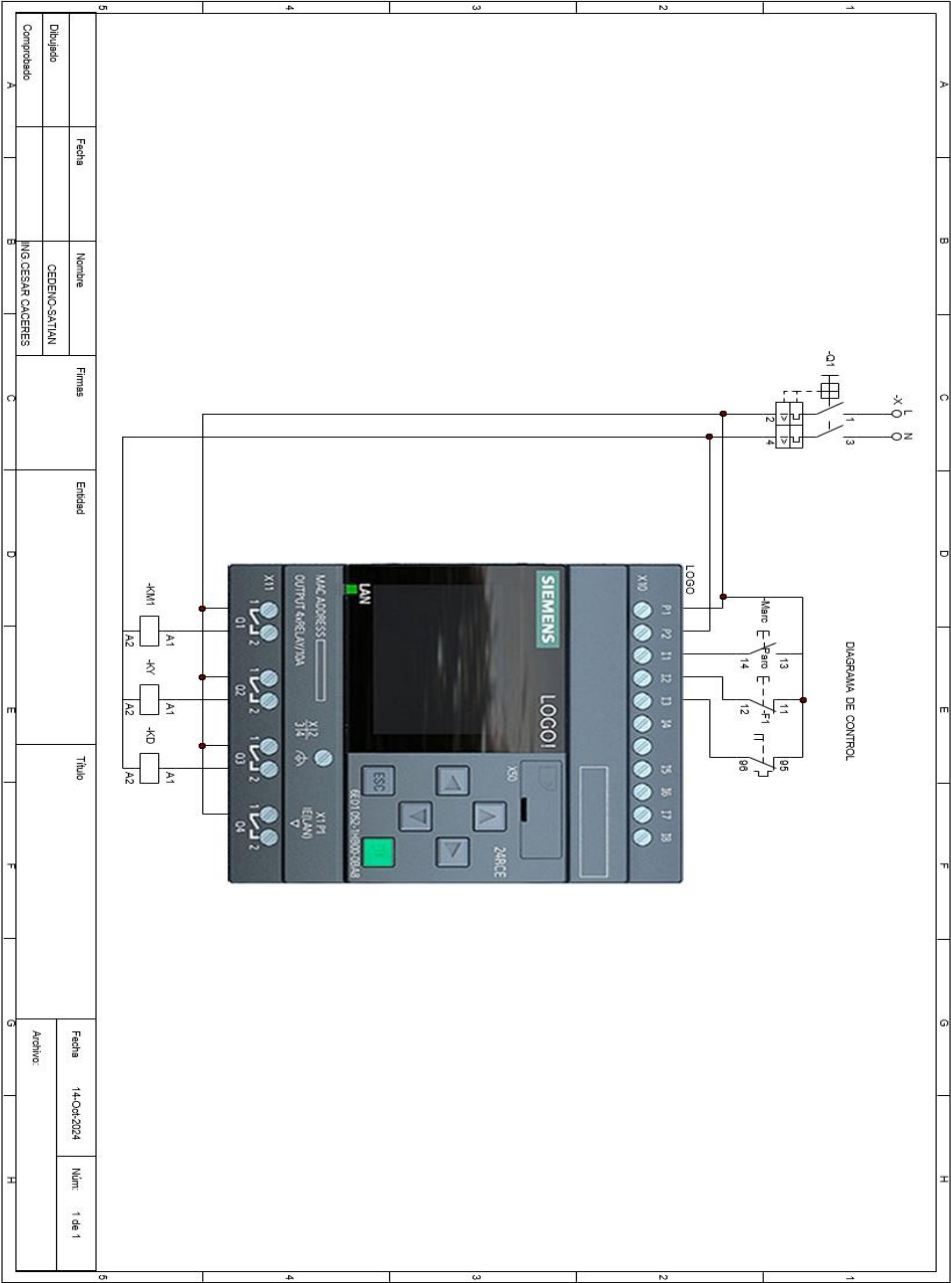
Procedimiento Experimental

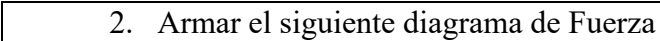
1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Programar el PLC Logo! con la lógica de control.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque en configuración estrella.

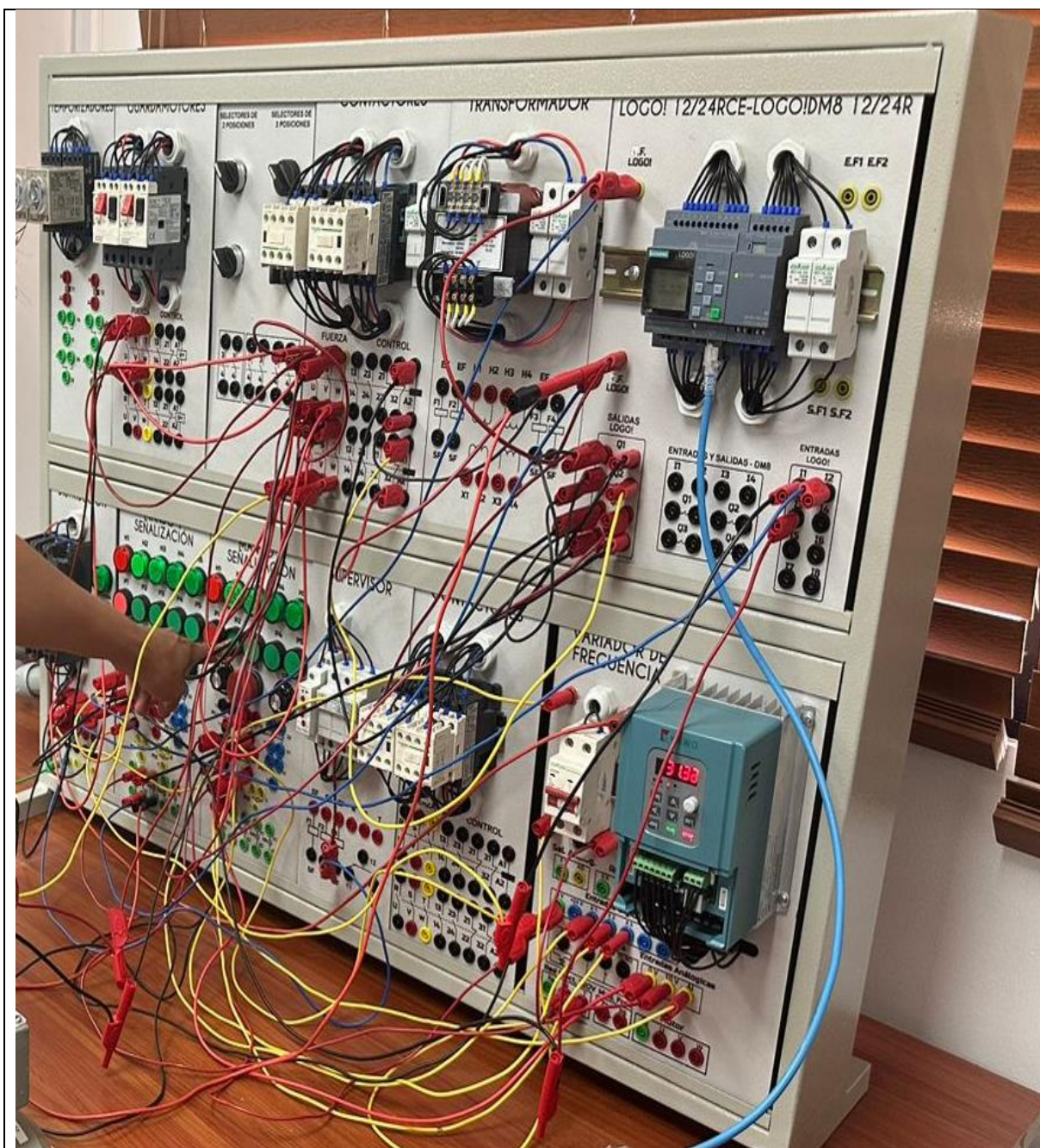
- Cambio automático a configuración triángulo mediante el temporizador.
4. Medir la corriente de arranque y compararla con la corriente nominal del motor.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control







Resultados y Discusión

Resultados

- Corriente de arranque en estrella (I_a):
- $I_a=2.96$
- Corriente en estado estable (I_n):
- $I_n=1.9$ A
- Tensión en las bobinas (V_f):
- $V_f=127$ V
- Potencia consumida (P):
- $P=587.5$ W

Discusión

- El arranque estrella-triángulo reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El uso de un PLC Logo! simplifica el diseño del circuito de control y permite una mayor flexibilidad en la lógica de operación.
- El sistema es más compacto y fácil de modificar en comparación con sistemas basados en relés electromecánicos.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque a tensión reducida utilizando el método estrella-triángulo con control mediante un PLC Logo!.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.
- El uso de un PLC Logo! mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.8 PRÁCTICA 8: ARRANQUE DIRECTO Y FRENADO DE MOTOR TRIFÁSICO APLICANDO EL CONTROL MEDIANTE VARIADOR DE VELOCIDAD.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	8	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque directo y frenado de motor trifásico aplicando el control mediante variador de velocidad	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque directo y frenado de un motor trifásico utilizando el variador de velocidad Kewo AD100. • Objetivos Específicos: 1. Configurar el variador de velocidad Kewo AD100 para el arranque y frenado del motor. 2. Diseñar el circuito de potencia y control para la operación del motor. 3. Verificar el funcionamiento del sistema en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El control de motores trifásicos mediante variadores de frecuencia es una técnica ampliamente utilizada en la industria para gestionar el arranque, la velocidad y el frenado de los motores de manera eficiente. El variador de velocidad Kewo AD100 es un dispositivo que permite controlar la frecuencia y la tensión aplicada al motor, lo que facilita un arranque suave, un control preciso de la velocidad y un frenado controlado. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque directo y frenado de un motor trifásico utilizando el variador de velocidad Kewo AD100. Variador de Velocidad Kewo AD100 El variador de velocidad Kewo AD100 es un dispositivo electrónico que controla la frecuencia y la tensión aplicada al motor, permitiendo un arranque suave, un control preciso de la velocidad y un frenado controlado. Entre sus características principales se incluyen: • Control de frecuencia: 0.5 Hz a 400 Hz. • Modos de operación: Arranque suave, control de velocidad y frenado. • Protecciones integradas: Sobrecarga, cortocircuito, sobrevoltaje y subtensión. Arranque Directo y Frenado			

- Arranque Directo: El variador permite un arranque suave al aumentar gradualmente la frecuencia y la tensión aplicada al motor, lo que reduce la corriente de arranque y el estrés mecánico.
- Frenado: El variador puede frenar el motor de manera controlada mediante frenado regenerativo o frenado por inyección de corriente continua (DC).

Materiales y Métodos

Materiales Utilizados

- Motor trifásico.
- Variador de velocidad Kewo AD100.
- Botonera (pulsadores de marcha, parada y frenado).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a la entrada del variador Kewo AD100.
2. Conectar las salidas del variador (U, V, W) al motor trifásico.
3. Conectar el cable de tierra del motor y del variador a la toma de tierra.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1), parada (S0) y frenado (S2) a las entradas de control del variador.
2. Configurar las entradas del variador para:
 - S1: Arranque y control de velocidad.
 - S0: Parada.
 - S2: Frenado.
3. Conectar las salidas del variador (relés o salidas digitales) para indicar el estado del motor (en marcha, parado, en frenado).

Configuración del Variador Kewo AD100

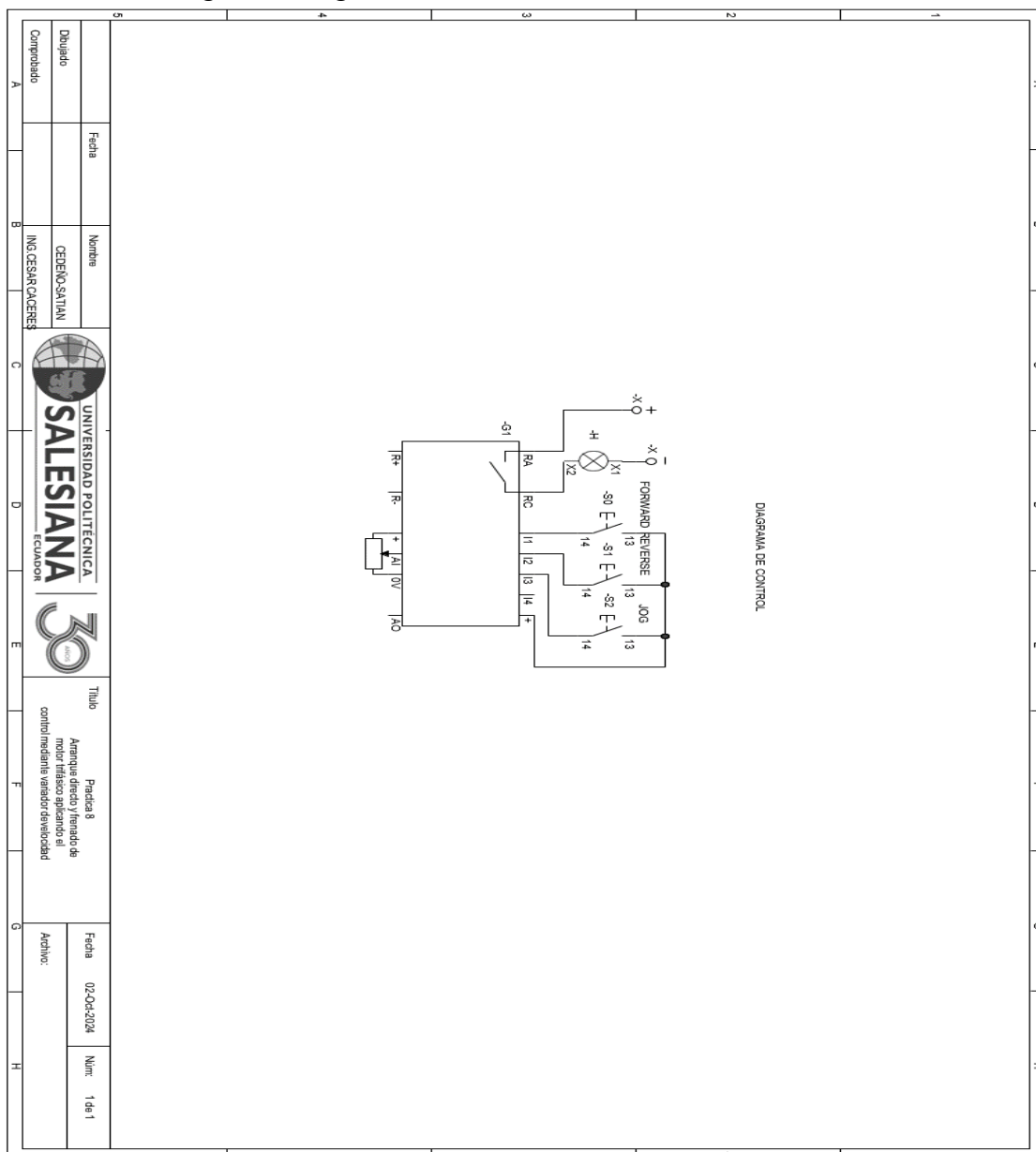
1. **Parámetros de Arranque:**
 - Configurar la frecuencia inicial (por ejemplo, 0.5 Hz).
 - Configurar el tiempo de rampa de arranque (por ejemplo, 5 segundos).
2. **Parámetros de Frenado:**
 - Configurar el tiempo de rampa de frenado (por ejemplo, 5 segundos).
 - Habilitar el frenado por inyección de corriente continua (DC) si es necesario.
3. **Protecciones:**
 - Configurar las protecciones integradas del variador (sobrecarga, cortocircuito, etc.).

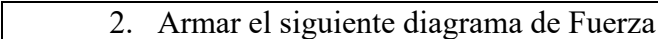
Procedimiento Experimental

1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Configurar el variador Kewo AD100 según los parámetros deseados.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque suave del motor.
 - Control de velocidad.
 - Frenado controlado.
4. Medir la corriente de arranque y compararla con la corriente nominal del motor.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Armar el siguiente diagrama de control







Resultados y Discusión

Resultados

- **Corriente de arranque (I_a):**
- $I_a = 5.13 \text{ A}$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
- $V_f = 220 \text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El uso del variador Kewo AD100 mejora la eficiencia del sistema al reducir la corriente de arranque y permitir un frenado controlado.
- El sistema es más flexible y fácil de configurar en comparación con sistemas basados en contactores y relés.
- El variador ofrece protecciones integradas que mejoran la seguridad y confiabilidad del sistema.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque directo y frenado de un motor trifásico utilizando el variador de velocidad Kewo AD100.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere un control preciso de la velocidad y un frenado controlado.
- El uso del variador mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de operación del variador.
- Considerar la implementación de sistemas de monitoreo remoto para aplicaciones críticas.

4.2.9 PRÁCTICA 9: ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE DEVANADOS PARCIALES CON LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control	
NRO. PRÁCTICA:	9	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque e inversión de giro de un motor trifásico a tensión reducida por el método de devanados parciales con la aplicación de mini LOGO PLC	
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque e inversión de giro para un motor trifásico utilizando el método de devanados parciales, con control mediante un PLC Logo!. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque e inversión de giro por devanados parciales. 2. Programar el PLC Logo! para gestionar el arranque, la inversión de giro y el cambio entre devanados. 3. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.			
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos para lograr esto es el arranque por devanados parciales, que consiste en utilizar solo una parte del devanado del motor durante el arranque. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque e inversión de giro utilizando el método de devanados parciales, con control mediante un PLC Logo! de Siemens, que ofrece una solución compacta y programable para el control del motor.			
Materiales y Métodos			
Materiales Utilizados • Motor trifásico con devanados parciales. • Contactor principal (KM1), de inversión (KM2) y auxiliar (KM3). • Guardamotor (GM). • PLC Logo! (Siemens).			

- Botonera (pulsadores de marcha, parada e inversión).
- Fusibles.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM2.
2. Conectar el primer devanado del motor a KM1 y KM2 (inversión de giro).
3. Conectar el segundo devanado del motor a KM3.
4. Conectar el guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1), parada (S0) e inversión (S2) a las entradas digitales del PLC Logo!.
2. Conectar las salidas del PLC Logo! a las bobinas de los contactores KM1, KM2 y KM3.
3. Programar el PLC Logo! para gestionar la lógica de control:
 - Arranque con el primer devanado en sentido horario (KM1).
 - Inversión de giro con el primer devanado en sentido antihorario (KM2).
 - Cambio automático al segundo devanado (KM3) mediante un temporizador.

Programación del PLC Logo!

1. **Entradas:**
 - I1: Pulsador de parada (S0, NC).
 - I2: Pulsador de marcha en sentido horario (S1, NO).
 - I3: Pulsador de marcha en sentido antihorario (S2, NO).
2. **Salidas:**
 - Q1: Contactor KM1 (sentido horario).
 - Q2: Contactor KM2 (sentido antihorario).
 - Q3: Contactor KM3 (segundo devanado).
3. **Lógica de Control:**
 - Al presionar S1, activar Q1 (KM1) para arrancar en sentido horario.
 - Al presionar S2, activar Q2 (KM2) para arrancar en sentido antihorario.
 - Utilizar un temporizador en el PLC Logo! para retrasar la activación de Q3 (KM3) después de un tiempo determinado (por ejemplo, 5 segundos).
 - Asegurar que Q1, Q2 y Q3 no se activen simultáneamente mediante interbloqueo en la programación.

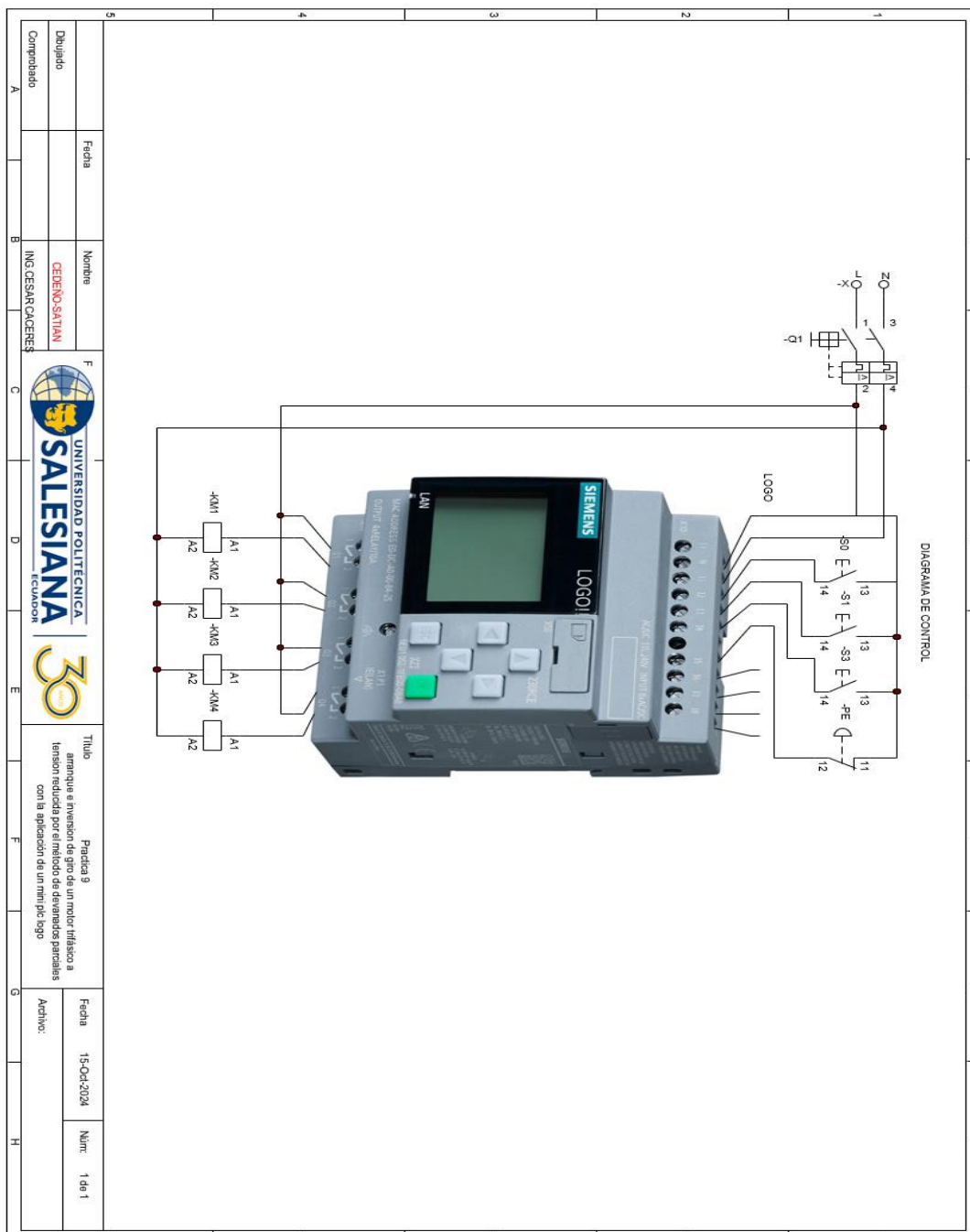
Procedimiento Experimental

1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Programar el PLC Logo! con la lógica de control.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:

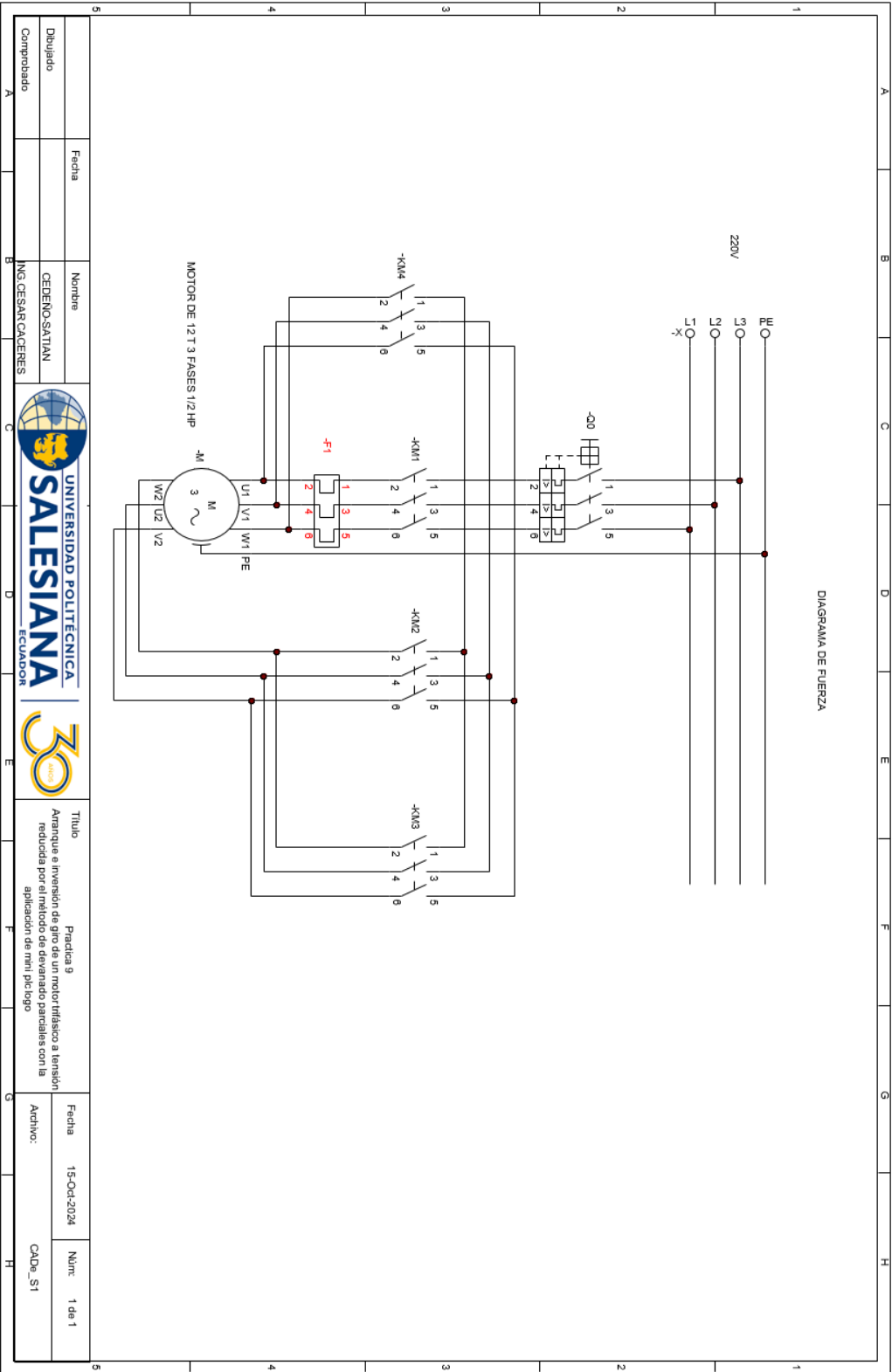
- Arranque en sentido horario con el primer devanado.
- Inversión de giro con el primer devanado.
- Cambio automático al segundo devanado mediante el temporizador.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

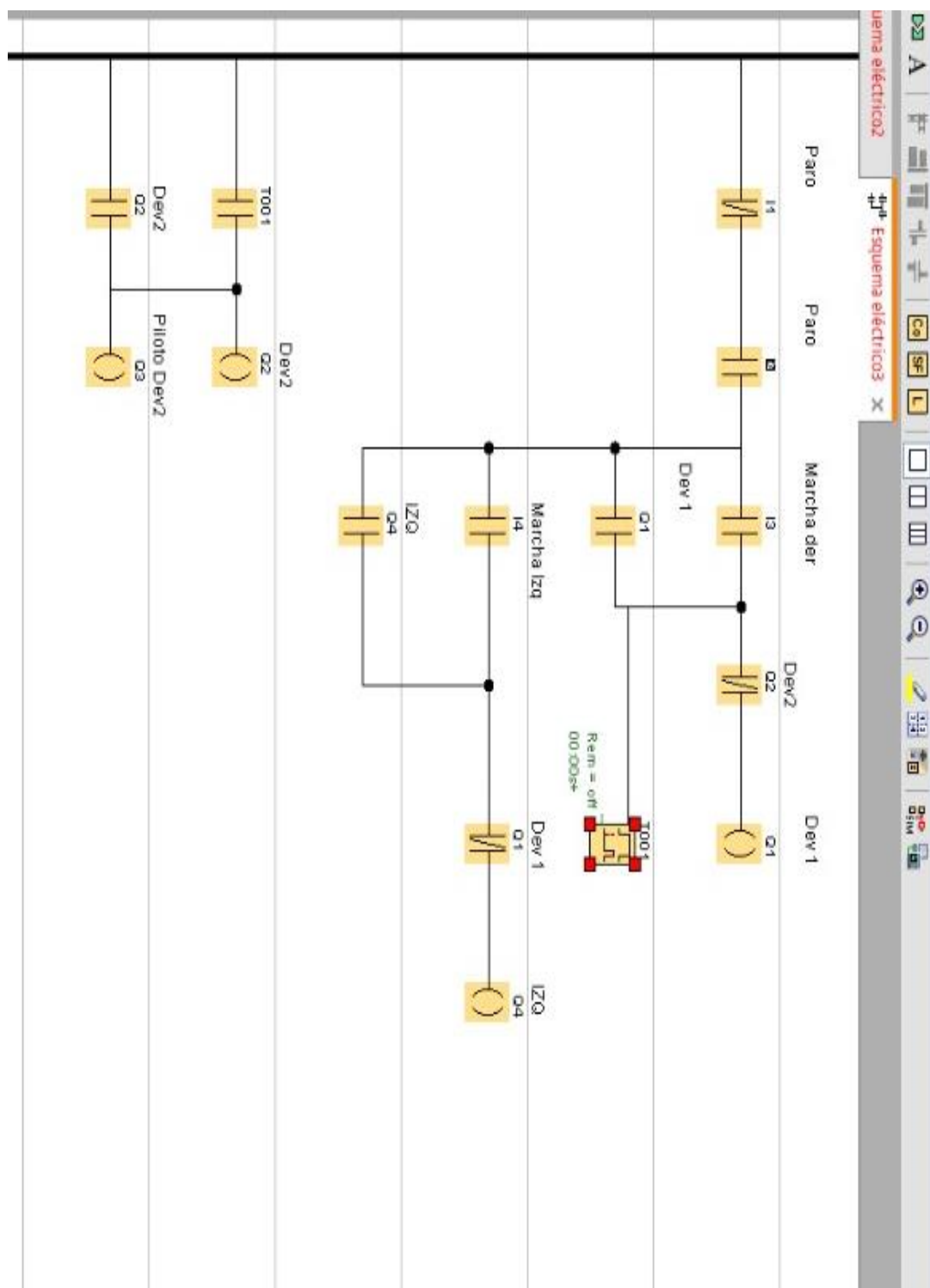
1. Armar el siguiente diagrama de control



2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza



3. Armar el siguiente diagrama de circuito a programar en PLC LOGO





Resultados y Discusión

Resultados

- **Corriente de arranque (I_a):**
- $I_a = 2.565 \text{ A}$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
- $V_f = 220 \text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El arranque por devanados parciales reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El uso de un PLC Logo! simplifica el diseño del circuito de control y permite una mayor flexibilidad en la lógica de operación.
- El sistema es más compacto y fácil de modificar en comparación con sistemas basados en relés electromecánicos.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque e inversión de giro utilizando el método de devanados parciales con control mediante un PLC Logo!.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.
- El uso de un PLC Logo! mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

4.2.10 PRÁCTICA 10: PRÁCTICA 10: ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO ESTRELLA TRIANGULO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MINI PLC LOGO.

		GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería eléctrica		ASIGNATURA: Automatización y control
NRO. PRÁCTICA:	10	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque e inversión de giro de un motor trifásico a tensión reducida por el método de estrella triángulo mediante la aplicación de mini LOGO PLC
Objetivos • Objetivo General: Implementar un sistema de arranque e inversión de giro para un motor trifásico utilizando el método estrella-triángulo, con control mediante un PLC Logo!. • Objetivos Específicos: 1. Diseñar el circuito de potencia y control para el arranque e inversión de giro por estrella-triángulo. 2. Programar el PLC Logo! para gestionar el arranque, la inversión de giro y el cambio de estrella a triángulo. 3. Verificar el funcionamiento del sistema y su eficiencia en condiciones reales. 4. Analizar las ventajas y limitaciones del sistema implementado.		
FUNDAMENTO TEORICO: El arranque de motores trifásicos a tensión reducida es una técnica ampliamente utilizada para limitar la corriente de arranque y reducir el estrés mecánico y eléctrico en el motor y la red. Uno de los métodos más comunes para lograr esto es el arranque estrella-triángulo, que consiste en arrancar el motor en configuración estrella (tensión reducida) y luego cambiar a configuración triángulo (tensión plena) una vez que el motor alcanza una velocidad cercana a la nominal. Este informe describe la implementación de un sistema de arranque e inversión de giro utilizando el método estrella-triángulo, con control mediante un PLC Logo! de Siemens, que ofrece una solución compacta y programable para el control del motor.		
Materiales y Métodos Materiales Utilizados • Motor trifásico (1 HP, 220/380 V). • Contactor principal (KM1), estrella (KM2), triángulo (KM3) y de inversión (KM4).		

- Guardamotor (GM).
- PLC Logo! (Siemens).
- Botonera (pulsadores de marcha, parada e inversión).
- Fusibles e interruptores termomagnéticos.
- Cables, bornes y tablero de control.

Circuito de Potencia

1. Conectar las fases L1, L2 y L3 a los contactos principales de KM1 y KM4.
2. Conectar las salidas de KM1 a los bornes U1, V1 y W1 del motor.
3. Conectar KM2 para formar la configuración estrella (unir U2, V2 y W2).
4. Conectar KM3 para formar la configuración triángulo (unir U2-W1, V2-U1 y W2-V1).
5. Conectar KM4 para invertir las fases L1 y L3, logrando la inversión de giro.
6. Conectar el Guardamotor (GM) en serie con los contactores para protección.

Circuito de Control

1. Conectar los pulsadores de marcha (S1), parada (S0) e inversión (S2) a las entradas digitales del PLC Logo!.
2. Conectar las salidas del PLC Logo! a las bobinas de los contactores KM1, KM2, KM3 y KM4.
3. Programar el PLC Logo! para gestionar la lógica de control:
 - Arranque en configuración estrella (KM1 y KM2).
 - Cambio automático a configuración triángulo (KM1 y KM3) mediante un temporizador.
 - Inversión de giro mediante KM4.

Programación del PLC Logo!

1. **Entradas:**
 - I1: Pulsador de parada (S0, NC).
 - I2: Pulsador de marcha en sentido horario (S1, NO).
 - I3: Pulsador de marcha en sentido antihorario (S2, NO).
2. **Salidas:**
 - Q1: Contactor KM1 (principal).
 - Q2: Contactor KM2 (estrella).
 - Q3: Contactor KM3 (triángulo).
 - Q4: Contactor KM4 (inversión de giro).
3. **Lógica de Control:**
 - Al presionar S1, activar Q1 (KM1) y Q2 (KM2) para arrancar en estrella en sentido horario.
 - Al presionar S2, activar Q1 (KM1), Q2 (KM2) y Q4 (KM4) para arrancar en estrella en sentido antihorario.

- Utilizar un temporizador en el PLC Logo! para retrasar la activación de Q3 (KM3) y desactivar Q2 (KM2) después de un tiempo determinado (por ejemplo, 5 segundos).
- Asegurar que Q2, Q3 y Q4 no se activen simultáneamente mediante interbloqueo en la programación.

Procedimiento Experimental

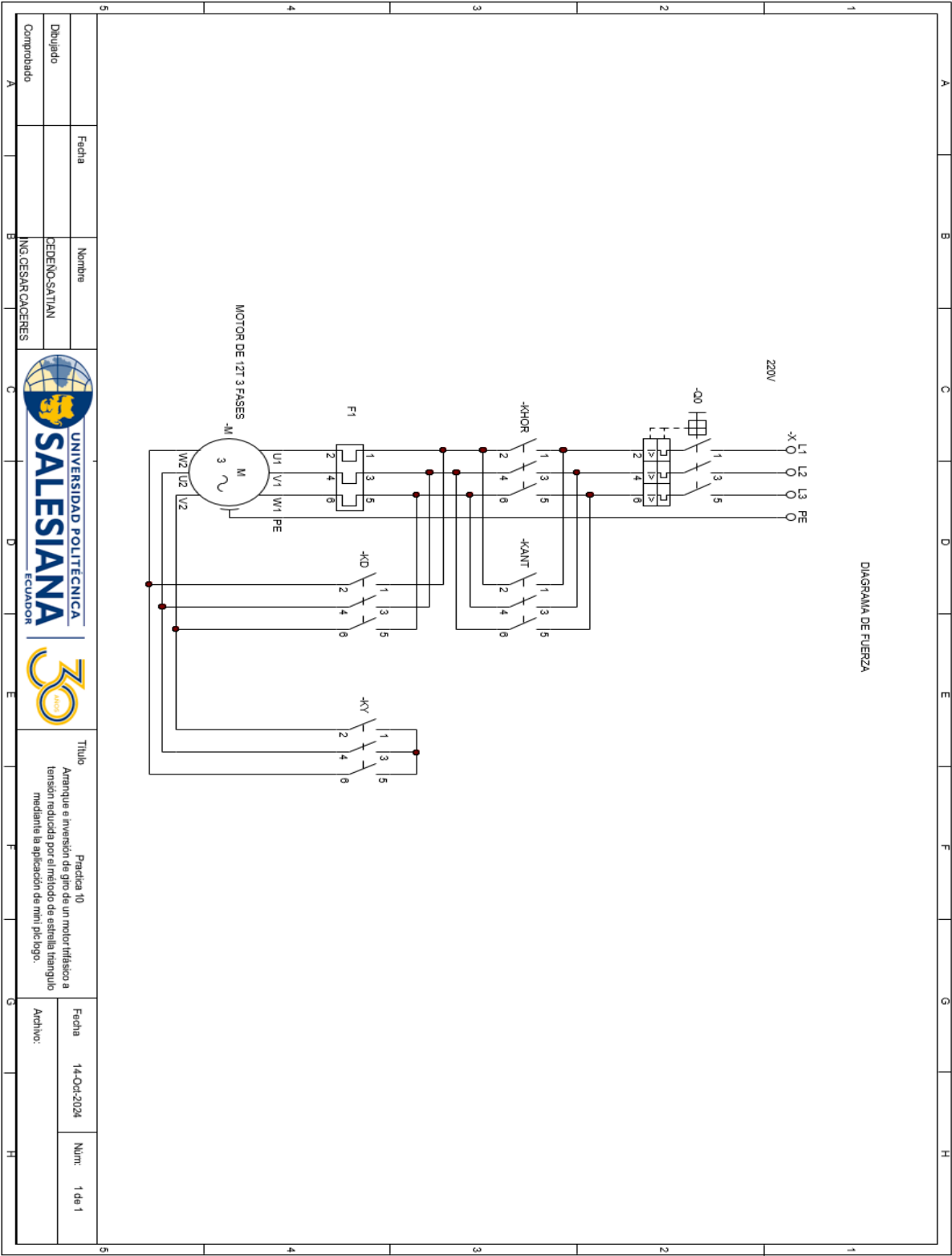
1. Montar el circuito de potencia y control en el tablero.
2. Programar el PLC Logo! con la lógica de control.
3. Realizar pruebas de funcionamiento:
 - Arranque en configuración estrella en sentido horario.
 - Cambio automático a configuración triángulo.
 - Inversión de giro en configuración estrella.
4. Medir la corriente de arranque y compararla con la corriente nominal del motor.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

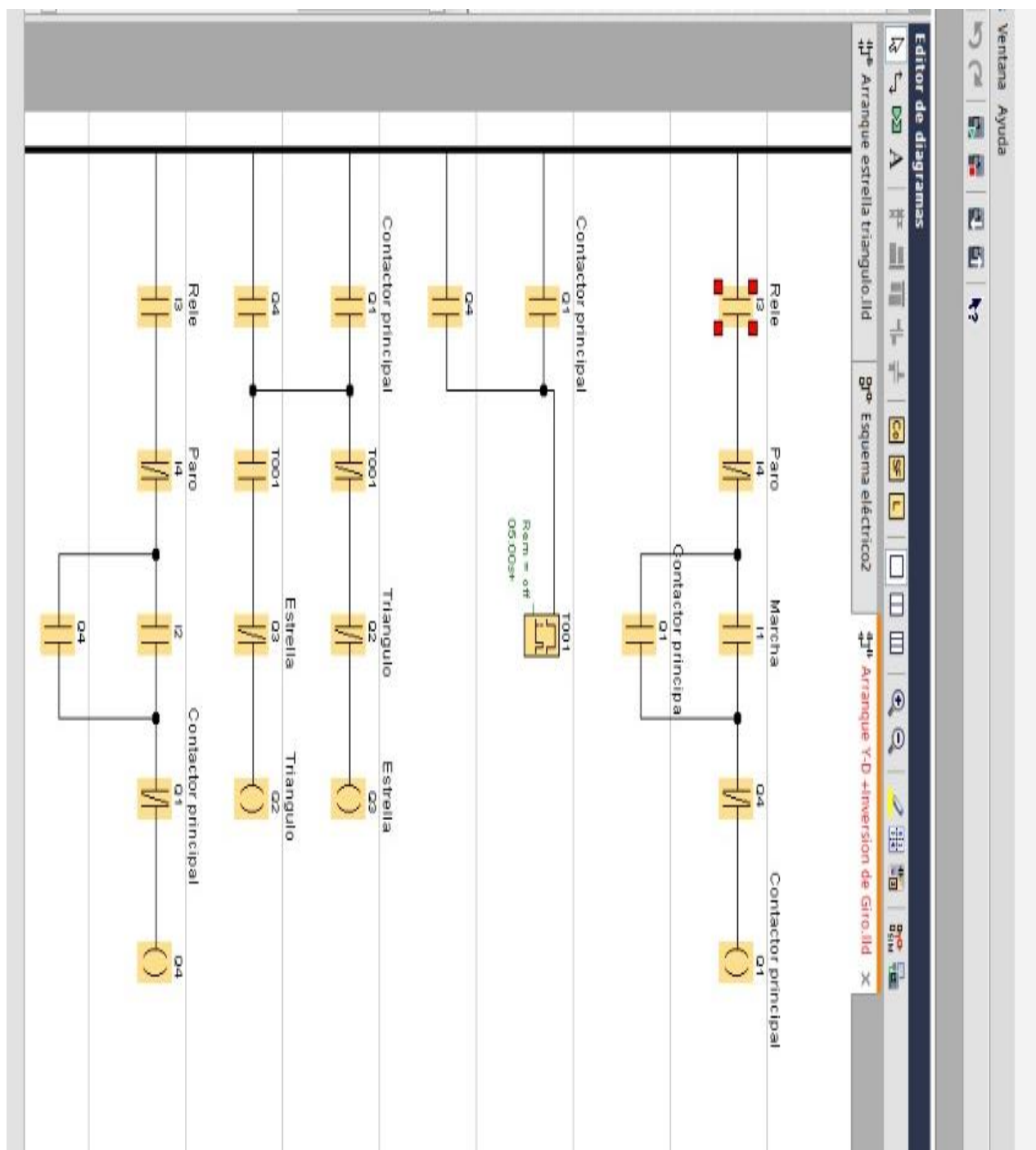
1. Armar el siguiente diagrama de control

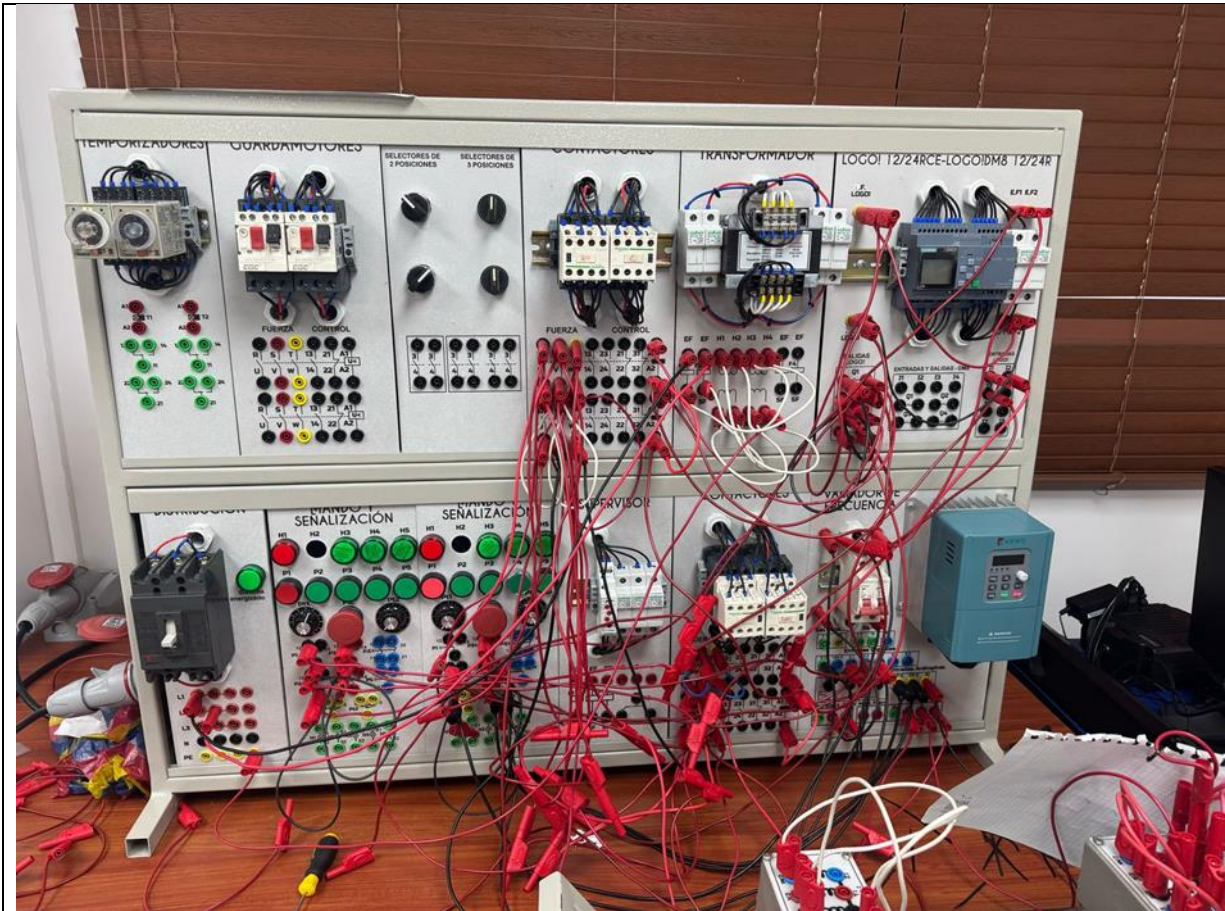


2. Armar el siguiente diagrama de Fuerza



3. Armar el siguiente diagrama de circuito a programar en PLC LOGO





Resultados y Discusión

Resultados

- **Corriente de arranque en estrella (I_a):**
- $I_a = 2.96 \text{ A}$
- **Corriente en estado estable (I_n):**
- $I_n = 1.9 \text{ A}$
- **Tensión en las bobinas (V_f):**
- $V_f = 127 \text{ V}$
- **Potencia consumida (P):**
- $P = 587.5 \text{ W}$

Discusión

- El arranque estrella-triángulo reduce la corriente de arranque, lo que es beneficioso para la red eléctrica y el motor.
- El uso de un PLC Logo! simplifica el diseño del circuito de control y permite una mayor flexibilidad en la lógica de operación.
- El sistema es más compacto y fácil de modificar en comparación con sistemas basados en relés electromecánicos.

Conclusiones

- Se implementó con éxito un sistema de arranque e inversión de giro utilizando el método estrella-triángulo con control mediante un PLC Logo!.
- El sistema es adecuado para aplicaciones donde se requiere limitar la corriente de arranque y proteger el motor contra fallos.
- El uso de un PLC Logo! mejora la eficiencia y facilita la implementación de modificaciones futuras.

Recomendaciones

- Utilizar motores y componentes de calidad para garantizar la durabilidad del sistema.
- Realizar un análisis de la red eléctrica para asegurar que soporte las condiciones de arranque.
- Considerar la implementación de sistemas más avanzados (como arrancadores suaves) en aplicaciones críticas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Con el diseño de la estructura física del módulo metalmecánico y las láminas didácticas en CAD 2023, se logró crear un recurso práctico, moderno y funcional. Este trabajo permitió dar forma a un módulo que combina durabilidad y facilidad de uso, ideal para el aprendizaje en talleres y entornos educativos.
2. El diseño del sistema eléctrico, tanto en control como en fuerza, logró establecer una base sólida para el funcionamiento eficiente y seguro de los equipos del módulo didáctico. Se desarrolló un sistema integral que permite una operación confiable y al mismo tiempo facilita el aprendizaje de conceptos eléctricos básicos.

Por un lado, el sistema de fuerza asegura el suministro adecuado de energía a cada componente, garantizando un rendimiento óptimo. Por otro lado, el diseño del sistema de control permite una manipulación precisa y adaptable, lo que facilita tanto las demostraciones prácticas como la experimentación supervisada por los estudiantes.

3. La implementación del montaje de los equipos y la conexión de los conductores en las láminas fue clave para garantizar la funcionalidad y organización del módulo didáctico. Este proceso permitió ensamblar todos los elementos de manera eficiente y con un diseño claro y estructurado, lo que facilita tanto el uso.
4. La gestión de las pruebas de funcionamiento fue fundamental para asegurar que todo el sistema y los equipos del módulo didáctico trabajaran correctamente. Al seguir las prácticas establecidas, se logró verificar que cada componente funcionará de acuerdo a lo esperado, detectando posibles fallos o mejoras necesarias.

5.2 RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones obtenidas, se pueden ofrecer las siguientes recomendaciones generales:

- **Selección Adecuada del Método de Arranque:** Es esencial seleccionar el método de arranque más adecuado según la carga y las condiciones de la red eléctrica. Para aplicaciones que requieren bajas corrientes de arranque, se recomiendan métodos como estrella-triángulo o devanados parciales.
- **Implementación de Automatización:** Para entornos industriales que buscan eficiencia y seguridad, se recomienda ampliamente la implementación de PLCs para el control de motores. Estos dispositivos no solo permiten automatizar tareas repetitivas, sino que también proporcionan flexibilidad para adaptarse a cambios en la producción o en los procesos operativos.
- **Mantenimiento Preventivo de Componentes:** Los PLCs, contactores y variadores de frecuencia deben ser sometidos a un mantenimiento preventivo regular para asegurar un funcionamiento correcto y evitar fallas que puedan detener la producción. Es importante revisar las conexiones eléctricas, actualizaciones de software y el estado de los relés y contactores.
- **Optimización del Tiempo de Transición:** En el caso de los métodos de arranque a tensión reducida, como estrella-triángulo o devanados parciales, se debe optimizar el tiempo de transición para evitar daños al motor o problemas operativos. El tiempo ideal debe ser calculado de acuerdo con las características del motor y la aplicación en cuestión.
- **Capacitación Continua del Personal:** Se recomienda que los operadores y técnicos encargados del mantenimiento y operación de estos sistemas reciban capacitación continua en el uso de PLCs y variadores de frecuencia, para garantizar que puedan programar, ajustar y diagnosticar problemas en los sistemas de control de motores.
- **Monitoreo de Consumo Energético:** Implementar sistemas de monitoreo energético puede ayudar a detectar ineficiencias en los sistemas de arranque y operación de motores.

trifásicos, lo que a largo plazo contribuirá a la reducción de costos y al incremento de la eficiencia en los procesos industriales.

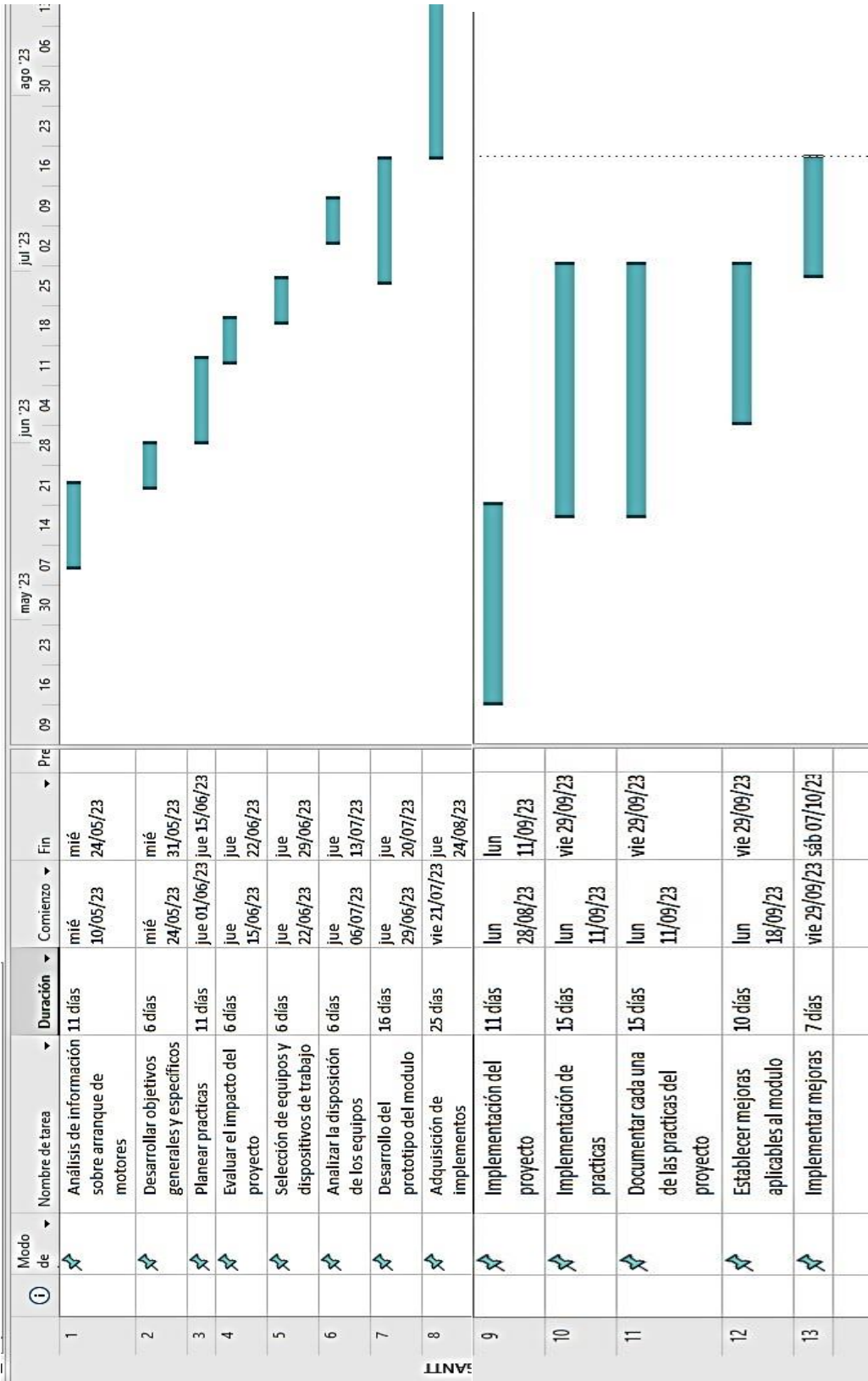
- **Revisión Periódica de Parámetros de Control:** Con el tiempo, es recomendable revisar y ajustar los parámetros de control en los PLCs y variadores de velocidad según las necesidades del proceso o las condiciones operativas cambiantes para asegurar un rendimiento óptimo del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Farina, "Motores eléctricos trifásicos: usos, componentes y funcionamiento," *Revista Ingeniería Eléctrica*, 2018, Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/330/farina_motores_electricos
- [2] General Driver Motor S.L, "MOTORES ASÍNCRONOS Y SÍNCRONOS." Accessed: Dec. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.generaldrivermotor.com/motores/motores-asincronos-y-sincronos/>
- [3] electrotec, "FORMAS DE ARRANCAR UN MOTOR ELÉCTRICO." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://electrotec.pe/blog/ArranqueDeMotoresElectricos>
- [4] SIEMENS, "Guía técnica para el instalador electricista," Berlin, 2020. [Online]. Available: www.siemens.com.ar/industry
- [5] J. Vaello, "Arranque estrella triángulo." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://automatismoidustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/motores/1-3-3-motores-asincronos/arranque-estrella-triangulo/>
- [6] S. J. Chapman, "Máquinas Eléctricas," Mexico, 2014.
- [7] Stephen L. Herman, "Industrial Motor Control," NewYork, 2020.
- [8] electrotec, "Arranque directo con inversión de giro ." Accessed: Dec. 02, 2023. [Online]. Available: <https://electrotec.pe/blog/Arranquedirectoinversiondegiro>
- [9] R. G. Cárdenas Jaime and J. Z. Villacís Macías, "Diseño e implementación de modulo didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de controles industriales con aplicaciones en arranque e inversión de giro de motores.," 2015.
- [10] DIELCO, "Guardamotor: Funciones, diferencias y aplicaciones." Accessed: May 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.dielco.co/articulos/guardamotor-funciones-diferencias-y-aplicaciones>
- [11] Secoin, "¿QUÉ ES UN VARIADOR DE VELOCIDAD?" Accessed: May 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.secoin.com.uy/blog/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-variador-de-velocidad>
- [12] Avtek, "Supervisor trifásico de Voltaje STI-5424." Accessed: Aug. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.avtek.com/producto/supervisor-trifasico-de-voltaje-sti-5424>
- [13] TECSA, "¿QUÉ ES UN TRANSFORMADOR ELÉCTRICO Y CÓMO FUNCIONA?" Accessed: May 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>
- [14] Promelsa, "¿Qué es un pulsador y cómo elegir el adecuado para tu proyecto o instalación?" Accessed: Aug. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.promelsa.com.pe/blog/post/que-es-pulsador-electrico.html>
- [15] Improselec, "LUZ PILOTO VERDE CAMSCO 22MM," <https://mitienda.improselec.com/product/luz-piloto-verde-camsco-22mm/>.

ANEXOS

ANEXO 1. Cronograma del proyecto



ANEXO 1

ANEXO 2. Facturas de materiales y equipos adquiridos



KITTON

Dir. Matriz : Guayaquil - Av. Carlos Julio Arosemena Km 2.5

Telefonos: 04-3727 430 / 0962891313

Envia Retencion: retenciones@kitton.com.ec

Pagina: <http://www.kitton.com.ec/>
<http://www.kittonhomecenter.com>

Contribuyente Especial Nro : 176

Obligado a llevar Contabilidad : SI

FACTURA ELECTRÓNICA

RUC : 0992125691001

FACTURA No. 006-104-000070480

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:
1708202401099212569100120061040000704801234567813

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:
2024-08-17T09:42:05-05:00

AMBIENTE : Producción

EMISIÓN : Normal

CLAVE DE ACCESO:



1708202401099212569100120061040000704801234567813

Razon Social / Nombres Apellidos :	SATIAN SATIAN YULIO DARIO	Fecha Emisión :	17/08/2024
RUC/CI :	0931426795	Guia Remisión :	

CODIGO	UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	%DESCT. X CANT.	DESCUENTO X CANTIDAD	PRECIO TOTAL
3M1700NE	UNIDAD	CINTA AISLANTE NEGRO 1700/165 (UL) 3M	1.00	1.40	0.00	0.00	1.40
ESTOP16	UNIDAD	PRENSAESTOPA (16 MM) (PG16)	26.00	0.20	0.00	0.00	5.20

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	UNIDAD TIEMPO
Sin Utilización del Sistema Financiero	7.29		

Información Adicional

ORDEN COMPRA: 0

CODIGOSAP: 13011556

DIRECCION CLIENTE: GUAYAQUIL

TELEFONO: 0990829010

CONDICION: 05) N/C CONTADO - CREDIT

EMAIL CLIENTE: yuliosatian98@gmail.com

VENDEDOR: Charly Gamarra

CAJERO: Jair Toala

SubTotal 15%	6.60
SubTotal Iva 0%	0.00
Desct. Adicional 4%	0.26
SubTotal Sin Impuestos	6.34
IVA 15%	0.95
Total Factura	7.29

LA MERCADERÍA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR. UNA VEZ RECIBIDA, NO SE ACEPTARÁN DEVOLUCIONES. CUALQUIER RECLAMO SE DEBE EFECTUAR MÁXIMO EN LAS 48 HORAS SIGUIENTES DE LA RECEPCIÓN DE ESTA, ES IMPRESCINDIBLE CONSERVAR LOS EMPAQUES ORIGINALES COMO REQUISITO PARA PODER TRAMITAR SU RECLAMO.

Debo y pagaré incondicionalmente a la orden de KITTON S.A., en el lugar y fecha que se me reconveniga, el valor total expresado en este documento más el máximo interés legal por mora, autorizado por el banco central del Ecuador, desde esta fecha. Sin protesto eximase de presentación para el pago, así como de aviso por falta de este hecho.

Renuncio domicilio y me someto a los jueces competentes de la ciudad de Guayaquil y al trámite ejecutivo o verbal sumario de acuerdo con la ley.

Acepto de KITTON S.A., ceda y transfiera en cualquier momento los derechos que emanen del presente documento sin que sea necesaria notificación alguna ni nueva aceptación de mi parte.

Art. 50 LORTI. las retenciones se entregarán dentro de cinco (5) días posteriores a la entrega de la factura.

Descargue su comprobante electrónico : <https://edoc.kitton.com.ec/> (Usuario y Clave : C.I. o RUC.)



TALLER ELECTROMETALICO
Johnny E. Rodríguez Holguín
Ingeniero Industrial

Guayaquil, 21 de julio de 2023

Señores:

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DE GUAYAQUIL UPS-G.

Ciudad. -

Por medio de la presente pongo a su consideración el presupuesto por fabricación de módulos didácticos para proyectos de graduación, según diagrama enviado por ustedes.

Los módulos en mención serán contruïduos en tubo estructural cuadrado. La altura de los módulos será de 78.5cm y el ancho de 106cm. En la parte frontal, tanto superior como inferior, se fijarán rieles para instalar placas metálicas removibles según medidas. Las estructuras tendrán además regatones y cauchos para apoyo a la mesa de trabajo. *Nota: Las placas metálicas serán entregadas por los estudiantes con sus debidas perforaciones.*

En lo que respecta a la pintura, los módulos serán tratados con sustancias desoxidantes, y pintura en polvo tipo epoxi-poliéster color beige RAL 7032 bajo tratamiento electrostático, secada al horno.

- **MODULOS DIDACTICOS**, según detalle.

MEDIDAS: 78.5cm ALTURA X 106cm ANCHO X 15cm PROFUNDIDAD X 4cm BASE

COSTO DE FABRICACIÓN: -----\$ 295.00 C/U + IVA

Esperando sus gratas órdenes me suscribo de Usted(s).

Atentamente.

Ing. Johnny Rodríguez Holguín.
Reg. Prof. 06 – 09 – 291.
GERENTE GENERAL



RUC:0993372789001
DIRECCION:
AV.CARLOS GUEVARA
GUAYAQUIL-ECUADOR

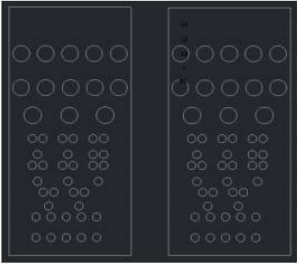
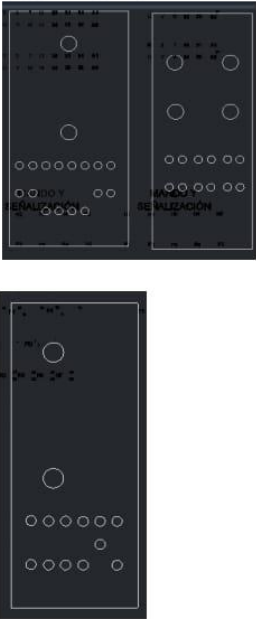
Cotización: # 290624 A

ELINSEC S.A.S. CORREO: elinsecsas@gmail.com Fecha: 29 de Julio del 2024

Empresa: MILTON CEDEÑO SILVA
Para: MILTON CEDEÑO SILVA

Asesor Comercial	Telefono	Condiciones de pago	Fecha de vencimiento
Paola Freire	+ 593 992667592	100% Anticipo	15 días

Cant.	DESCRIPCIÓN	Precio por unidad	Total de línea
1	UN MODULO DE PLACA SEGÚN DISEÑO 	\$30,00	\$30,00
1	UN MODULO DE PLACA SEGÚN DISEÑO 	\$30,00	\$30,00
1	UN MODULO DE PLACA SEGÚN DISEÑO 	\$45,00	\$45,00

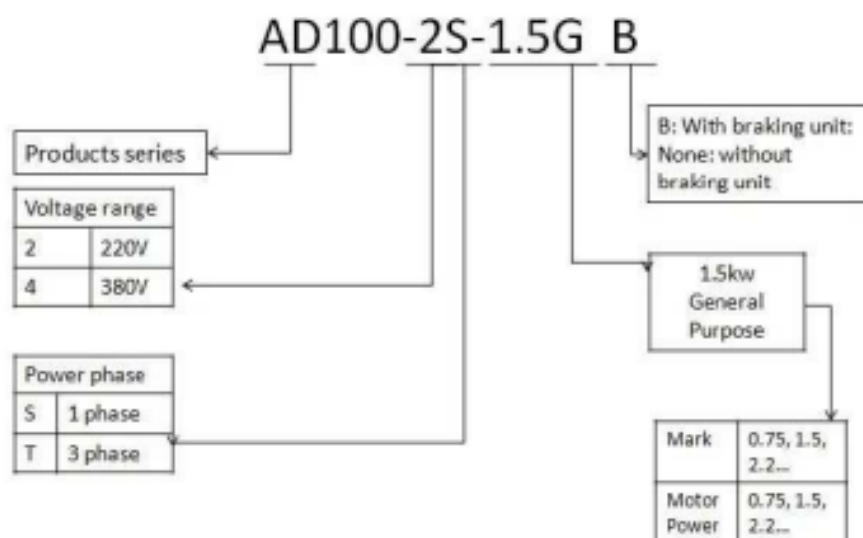
1	UN	MODELO DE PLACA SEGÚN DISEÑO		\$45,00	\$45,00
2	UN	MODELO DE PLACA SEGÚN DISEÑO		\$45,00	\$90,00
3	UN	MODELO PLACA SEGÚN DISEÑO		\$30,00	\$90,00

ANEXO 3. Manual de variador Kewo AD 100

Any Drives Series AD100 AC Drive Operation Manual

Chapter 1. Production introduction

1.1 Model introduction



1.2 Name plate

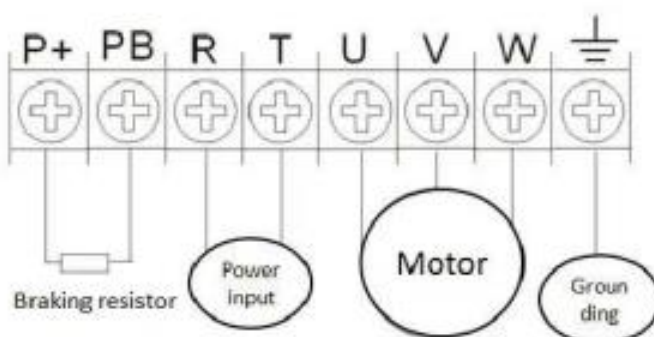
		KEWO KEWO INVERTER
Product model	→	MODEL: AD100-2S1.5G
Input specification	→	INPUT: AC 1PH 220V ±15%
Output specification	→	OUTPUT: AC 3PH 0~220V 0~600Hz 7A
Series No.	→	NO:
		SHENZHEN KEWO ELECTRIC TECHNOLOGIES CO.,LTD

Chapter 2. Production installation

2.1. Main loop circuit terminals wiring

2.1.1 Single phase AC Drive main loop terminal

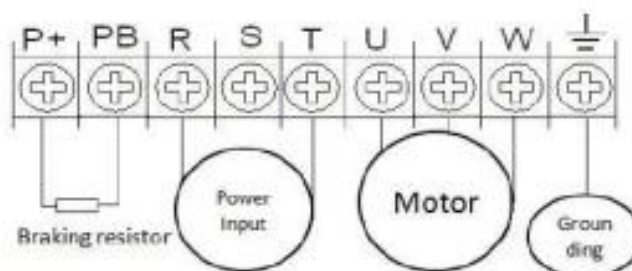
Applicable motor model : AD100-2S0.4GB~2S2.2GB



Terminals Mark	Name	description
R T	Single phase power supply input	Connect single phase 220V power supply
U V W	AC drive output terminal	Connect to 3 phase motor
P+ PB	Braking unit connecting terminal	External connect braking resistor
⏏	Grounding terminals	Ac drive grounding terminals

2.1.2. Three phase AC Drive main loop terminal

Applicable motor model : AD100-4T0.75GB ~ 4T3.7G/AD100-2T0.4G ~ 2T2.2GB



Terminals	Name	Description
R S T	3 phase power supply input	Connect single phase 220V power supply
U V W	AC drive output terminal	Connect to 3 phase motor
P+ PB	Braking unit connecting terminal	External connect braking resistor
⏏	Grounding terminals	Ac drive grounding terminals

2.2 External connection operation keypad dimension(unit mm):

3 kinds of keypad can be selection.



XS-01 ★

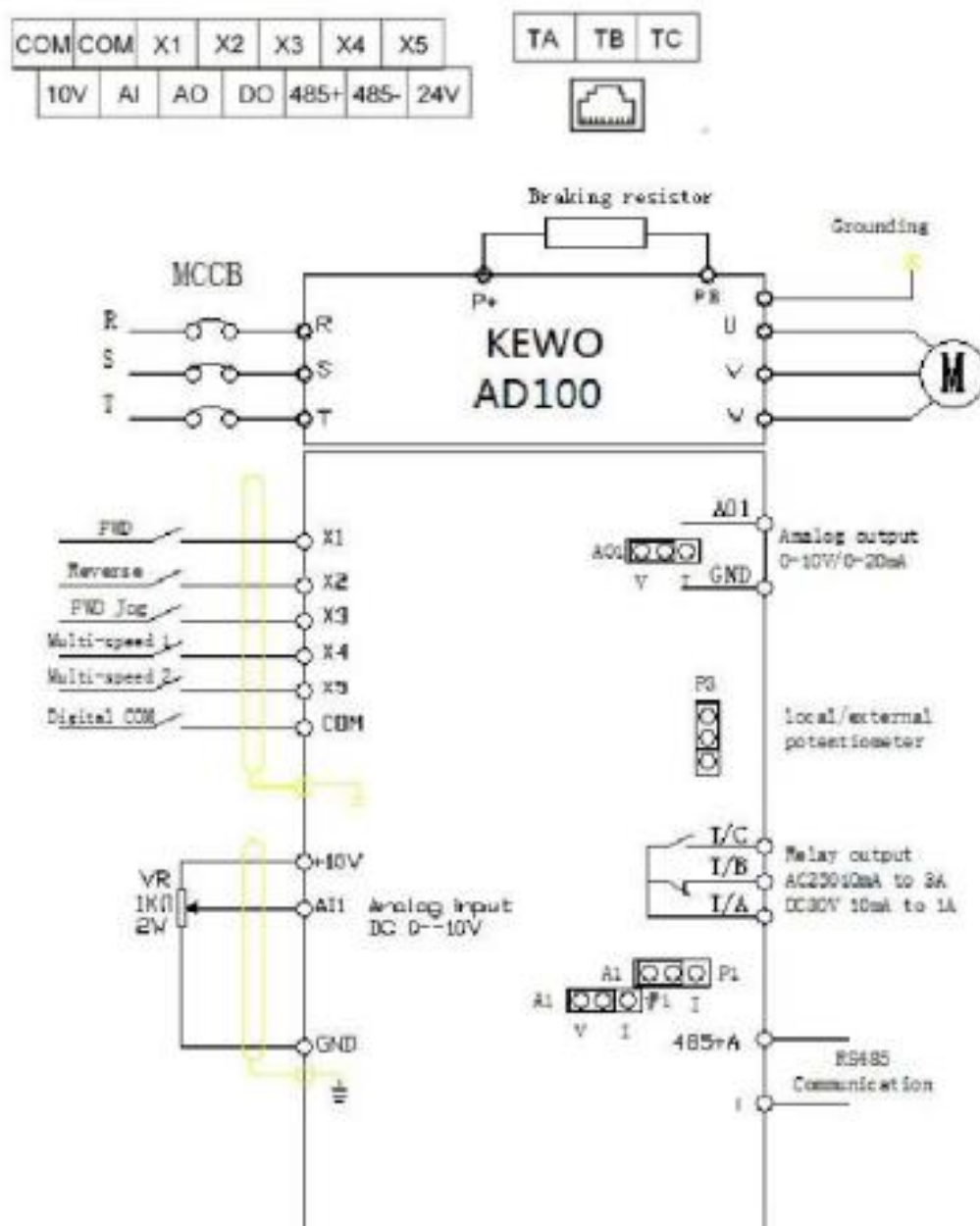
XS-03

XS-04

★The keypad kit X2-01T, the dimension 94.4*70

2.3. Control loop terminals and connection

2.3.1 control terminals layout and connection



2. 3.2 Control terminals function description

Terminal label	Terminal name	Function description
X1 COM	Multi-function input terminal 1	1: input specification : 24V DC , 5mA 2. Frequency range : 0 ~ 200Hz 3. Voltage range : 10V ~ 30V
X2 COM	multi-function input terminal 2	
X3 COM	multi-function input terminal 3	
X4 COM	Multi-function input terminal 4	
X5 COM	Multi-function input terminal 5 High speed pulse train input terminal	
10V COM	Supply 10V power supply	Provides 10V power supply, maximum output current:10mA, Connect potentiometer, the resistor of potentiometer is 1-5KΩ.
24V COM	24 external power supply	Provide 24V power supply, maximum current is 200mA. Use for power on sensors or small relay
AI COM	analog input terminal	1. Input voltage range : DC 0—10V 2. Input impedance : 22KΩ
AO COM	Analog output terminal	Output current or voltage signal selected by jumper P2 of controller board. Voltage signal range: 0-10V, current signal range:0-20mA
DO COM	Open controller output terminal	Multi-function single output
TA TB TC	Relay output	Multiple relay output: TA and TC is normal open, TA and TB is normal close. Specification: AC250V,3A/DC30V, 1A
485+ 485-	485 communication	Built in Rs485 connection terminals

Any Drives Series AD100 AC Drive Operation Manual

Terminal label	Terminal name	Function description
Slide switch definition: P1: AI1 input, Left: voltage, Right: Current P2: AO analog output: Left: voltage, Right: Current P3: external/local keypad selection UP: external DOWN: local P4: RS485 terminal resistor UP: Enable, DOWN: disable		