

Arranque y control de velocidad de motores trifásicos

Starting and speed control of three-phase motors

José Williams Morales Cevallos

Universidad Técnica de Ambato (UTA)
jw.morales@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-5526-2909>
Ecuador–Tungurahua- Ambato

Daniel Carrión Espín

Universidad Politécnica Salesiana
danicares@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-0097-5357>
Ecuador - Quito

Vanessa Fernanda Morales Rovalino

Universidad Técnica de Ambato (UTA)
vf.morales@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8844-8544>
Ecuador – Tungurahua- Ambato

Edison Patricio Iza Toapanta

Universidad Técnica de Ambato
edisoniza1983@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-1902-9755>
Ecuador – Tungurahua- Ambato

Ángel Rubén Iza Toapanta

Universidad Técnica de Cotopaxi
iangelruben@yahoo.com
<https://orcid.org/0009-0007-1282-222X>
Ecuador -Latacunga

Luis Fernando Tierra Tingo

Instituto Superior Tecnológico General Eloy Alfaro (ISTGEA)
ltierra@institutos.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-8205-2450>
Ecuador - La Joya de los Sachas

Formato de citación APA

Morales, J., Carrión, D., Morales, V., Iza, E., Iza, Á.,
Tierra, L (2025). Arranque y Control de Velocidad de
Motores Trifásicos. Revista REG, Vol. 4 N° (2025). p.
969- 998.

PROYECTO CIENCIA

Vol. 4 (Nº. 2). Abril - junio 2025.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 31-05-2025

Fecha de aceptación 11-06-2025

Fecha de publicación:30-06-2025



RESUMEN

La implementación de un módulo de entrenamiento para el arranque y control de velocidad de motores trifásicos representa un proyecto educativo de gran importancia en el ámbito de la formación industrial. Este módulo tiene como principal objetivo proporcionar una plataforma de aprendizaje práctico que permita comprender y aplicar los fundamentos teóricos y prácticos relacionados con el arranque y control de motores trifásicos. El módulo se compone de componentes y dispositivos, tales como contactores, pulsadores, temporizadores y variador de frecuencia. A través de actividades prácticas, tienen la oportunidad de diseñar y construir circuitos eléctricos, interpretar diagramas de conexión y emplear herramientas de simulación para validar y optimizar el funcionamiento de dichos sistemas. En este contexto, el módulo didáctico aborda diversas técnicas y métodos de arranque, incluyendo el arranque directo, inversión de giro, arranques secuenciales, arranque estrella-triángulo y el arranque con variadores de frecuencia. La implementación de este módulo didáctico conlleva múltiples beneficios, tales como el desarrollo de habilidades prácticas en el diseño y control de sistemas eléctricos, la comprensión de los principios de funcionamiento de los motores trifásicos y la capacidad de solucionar problemas y realizar labores de mantenimiento en estos sistemas.

PALABRAS CLAVE: motor eléctrico, trifásico, velocidad y arranque.

ABSTRACT

The implementation of a training module for starting and speed control of three-phase motors represents an educational project of great importance in the field of industrial training. The main objective of this module is to provide with a practical learning platform that allows them to understand and apply the theoretical and practical foundations related to the starting and control of three-phase motors. The module is made up of components and devices, such as contactors, pushbuttons, timers and frequency converters. Through hands-on activities, they have the opportunity to design and build electrical circuits, interpret connection diagrams, and use simulation tools to validate and optimize the operation of said systems. In this context, the teaching module addresses various starting techniques and methods, including direct starting, reversing, sequential starting, star-delta starting and starting with variable frequency drives. The implementation of this teaching module brings multiple benefits, such as the development of practical skills in the design and control of electrical systems, the understanding of the operating principles of three-phase motors and the ability to solve problems and perform maintenance work on these systems.

KEYWORDS: (Electric Motor, Three-Phase, Speed and Starting.



INTRODUCCIÓN

La formación de personas con capacidades prácticas en la puesta en marcha y mantenimiento de maquinarias son necesarias dentro de un entorno industrial, para lo cual, el presente proyecto radica en la implementación de un módulo didáctico utilizado para el arranque y control de velocidad de motores trifásicos para laboratorios industriales. La comprensión teórica de los conceptos relacionados con el arranque y control de velocidad de motores trifásicos es fundamental, pero se requiere de una sólida base práctica para aplicar estos conocimientos de manera efectiva en entornos reales. La adquisición de habilidades prácticas no solo mejora la capacidad de los profesionales para enfrentar los desafíos laborales, sino que también contribuye a la eficiencia y seguridad en el ámbito industrial.

En el mundo industrial actual, es fundamental contar con personal altamente capacitado y con habilidades teórico-prácticas en el ámbito de la electricidad industrial. La correcta operación y mantenimiento de maquinarias y sistemas eléctricos en entornos industriales requiere de conocimientos sólidos que combinen la comprensión teórica con la experiencia práctica. Sin embargo, existe una creciente demanda de profesionales que posean estas habilidades, lo cual representa una situación problemática en el ámbito de la formación y capacitación. Los resultados obtenidos podrían generalizarse a principios más amplios en el campo de la educación técnica y de ingeniería, proporcionando una base teórica sólida para el desarrollo y la implementación de sistemas similares en otros contextos. La información obtenida a través de esta investigación puede servir para revisar, desarrollar o apoyar teorías relacionadas con el arranque y control de motores trifásicos, así como para mejorar la comprensión del comportamiento de las variables involucradas y la relación entre ellas. Los resultados de este estudio brinden un mayor conocimiento sobre el diseño y funcionamiento de los módulos didácticos en la enseñanza del control industrial de potencia, así como su impacto en el aprendizaje.

Materiales Y Métodos: En el ámbito industrial cada vez más avanzado y competitivo existe la necesidad de contar con personal altamente capacitado y con habilidades prácticas. El manejo de motores eléctricos trifásicos utilizados en las diferentes maquinarias en entornos industriales requiere de profesionales que combinen conocimientos teóricos con una amplia experiencia práctica. La falta de personal práctico y capacitado puede tener consecuencias significativas, como el aumento de riesgos laborales, la disminución de la eficiencia y la productividad, e incluso la pérdida de vidas humanas. Por lo

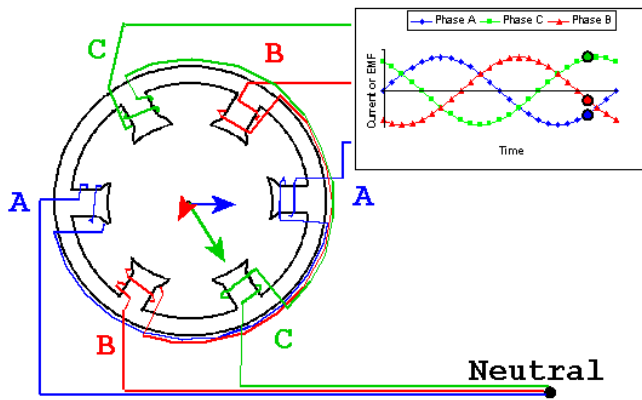


tanto, es imprescindible abordar esta situación problemática y garantizar que la formación y capacitación en el ámbito industrial incluya un enfoque práctico sólido y completo. Motores trifásicos : Los motores eléctricos son dispositivos electromecánicos diseñados para convertir la energía eléctrica en energía mecánica, generando movimiento a través de la interacción de campos magnéticos. (Zapana, 2020)

Principio de funcionamiento: Los motores trifásicos se basan en el principio de la interacción entre campos magnéticos y corrientes eléctricas para generar movimiento. Estos motores constan de un estator, que es la parte fija, y un rotor, que es la parte móvil. El estator está compuesto por bobinados dispuestos en tres fases diferentes, denominadas A, B y C o también L1, L2 y L3, alimentadas por corrientes eléctricas de igual amplitud, pero desfasadas 120 grados entre sí. (Zapana, 2020)

Figura1

Principio de funcionamiento de un motor trifásico



Nota 1. La figura representa el principio de funcionamiento de un motor trifásico. Tomado de Zapana, 2020

Al pasar la corriente eléctrica por estos bobinados, se genera un campo magnético rotativo en el estator. Por otro lado, el rotor está compuesto por conductores eléctricos dispuestos en forma de barras o devanados cortocircuitados, lo que crea un circuito cerrado. A medida que el campo magnético rotativo del estator interactúa con el campo magnético inducido en el rotor, se generan fuerzas que producen el movimiento del rotor. Esta interacción electromagnética permite que los motores trifásicos conviertan la energía eléctrica suministrada en energía mecánica, generando así el movimiento necesario para diversas aplicaciones industriales. (Zapana, 2020)

Aplicaciones y características: Los motores trifásicos encuentran una amplia aplicación en sistemas de climatización industrial, donde son utilizados para impulsar ventiladores y compresores. Estos motores proporcionan un flujo constante de aire y permiten el control de la velocidad de los ventiladores para adaptarse a las necesidades de ventilación y enfriamiento de grandes espacios, como almacenes, centros comerciales y plantas de fabricación. (Bautista & Guevara, 2021)

Tabla1

Características de los motores trifásicos

Característica	Descripción
Eficiencia	Son conocidos por su alta eficiencia energética, convirtiendo la mayor parte de la energía eléctrica en energía mecánica.
Control de velocidad	Permiten un control preciso de la velocidad de rotación, lo que los hace ideales para aplicaciones que requieren una velocidad ajustable.
Arranque suave	Algunos motores trifásicos están diseñados para ofrecer arranques suaves, evitando picos de corriente y reduciendo el desgaste en el sistema mecánico.
Fiabilidad	Son confiables y duraderos, requiriendo un mantenimiento mínimo en comparación con otros tipos de motores
Amplia gama de aplicaciones	Se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales, como ventiladores, bombas, compresores, transportadores y máquinas herramientas.

Las conexiones de un motor trifásico determinan el funcionamiento y la eficiencia. Los motores trifásicos se pueden conectar de dos formas principales: en estrella (Y) y en triángulo (Δ). Ambas

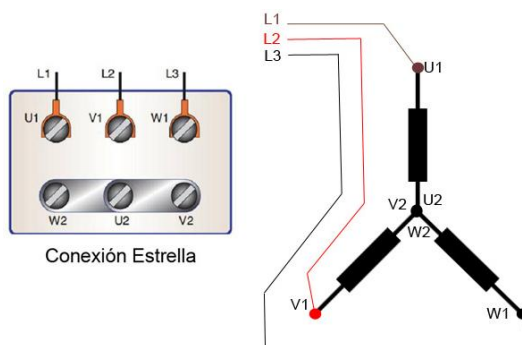
configuraciones presentan características distintas y se seleccionan en base a las necesidades específicas de cada sistema. (Chiliquinga & Iza, 2023)

Conexión en estrella: La conexión en estrella se caracteriza por conectar los extremos de cada bobinado de fase en un punto común, formando una configuración en forma de estrella. (Zapana, 2020)

Figura

2

Conexión en estrella



Nota 2. La figura representa la conexión estrella utilizada en motores trifásicos. Tomado de Zapana, 2020.

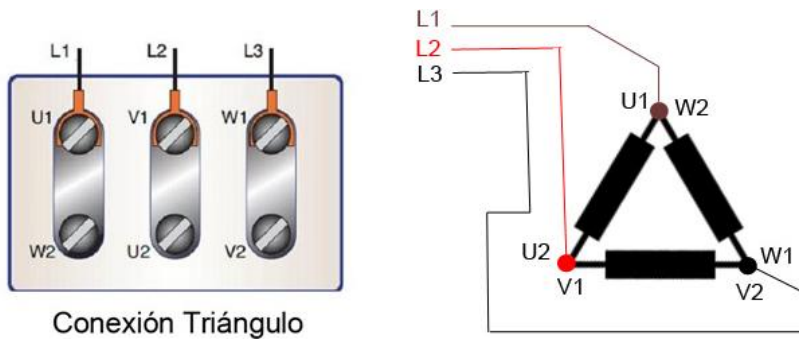
En esta configuración, el voltaje de línea es mayor que el voltaje de fase, presentan ventajas como una mayor estabilidad de voltaje y un mejor equilibrio de corriente entre las fases. Debido a su mayor estabilidad de voltaje, esta configuración es adecuada para aplicaciones que requieren un suministro de energía constante. También es útil cuando se necesita un mejor equilibrio de corriente, lo que puede ser importante en sistemas con múltiples motores conectados en paralelo. (Chacha, 2020).

Se caracteriza por conectar los extremos de cada bobinado de fase en serie, formando una configuración en forma de triángulo. En esta configuración, el voltaje de línea es igual al voltaje de fase. Los motores trifásicos conectados en triángulo presentan ventajas como una mayor capacidad de potencia y una mejor respuesta a cargas desequilibradas. Debido a su capacidad de potencia superior, esta configuración es adecuada para aplicaciones de alta potencia y voltajes más elevados. (Chiguano & Hidalgo, 2021)

7

Figura 3

Conexión en triángulo



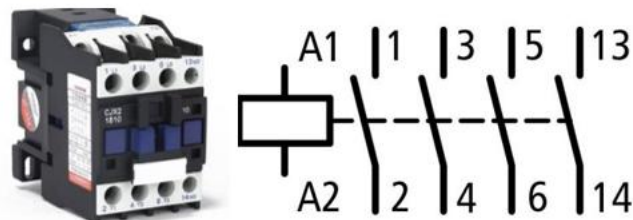
Nota 3. La figura representa la conexión triángulo utilizada en motores trifásicos. Tomado de Chiguano & Hidalgo, 2021.

El arranque de motores eléctricos requiere de elementos específicos que permiten controlar y gestionar su puesta en marcha de manera segura y eficiente. Estos elementos son fundamentales para asegurar un arranque adecuado y proteger tanto al motor como al sistema eléctrico en general, (Cabay Borja & Chadán Analuisa, 2022). Es un dispositivo electromagnético utilizado para controlar el encendido y apagado de un motor eléctrico. Se compone de contactos eléctricos accionados por un electroimán. Su utilidad radica en establecer o interrumpir la conexión entre la fuente de alimentación y el motor, permitiendo un control confiable y seguro del motor. (Romero & Ortega, 2021)

Figura 4:

Conexión en triángulo

Contactor

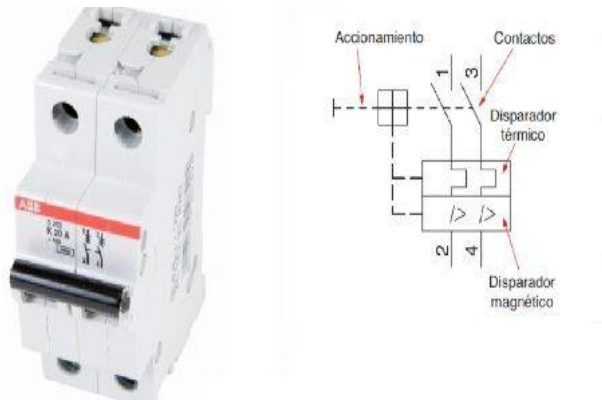


Nota 4. La figura representa el esquema de un contactor. Tomado de Romero & Ortega, 2021

Las protecciones eléctricas son fundamentales para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los motores trifásicos. Estos dispositivos de protección se encargan de monitorear y controlar las corrientes eléctricas, previniendo sobrecargas, cortocircuitos y posibles daños a los motores y al sistema eléctrico en general. (Chacha, 2020)

También conocido como disyuntor o breaker, es un dispositivo de protección que combina elementos térmicos y magnéticos. Se utiliza para interrumpir la corriente eléctrica en caso de sobrecargas y cortocircuitos. La función térmica se basa en la deformación de una lámina bimetalica por el aumento de temperatura, mientras que la función magnética actúa ante corrientes de cortocircuito. Su utilidad radica en proteger el motor y el sistema eléctrico contra corrientes excesivas, evitando daños y riesgos de incendio (Bautista & Guevara, 2021).

Figura 5: Interruptor termomagnético

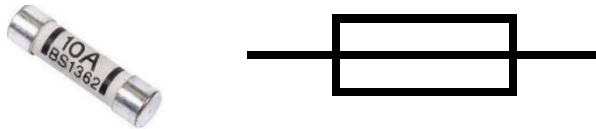


Nota 5. La figura representa el esquema de un interruptor termomagnético. Tomado de Bautista & Guevara, 2021

Son dispositivos de protección que se utilizan para interrumpir la corriente eléctrica en caso de sobrecargas o cortocircuitos.

Figura 6 :

Fusible



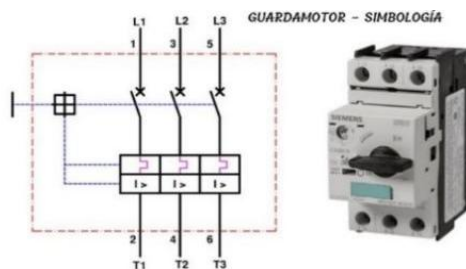
Nota 6. La figura representa el simbolismo de un fusible. Tomado de Chiguano & Hidalgo, 2021.

Consisten en un elemento fusible, generalmente un alambre o una lámina de metal, que se funde cuando la corriente supera su capacidad nominal. (Chiguano & Hidalgo, 2021)

Es un dispositivo de protección que monitorea la corriente que circula por el motor. Detecta sobrecargas y cortocircuitos, y en caso de que se excedan los límites preestablecidos, interrumpe la alimentación del motor. Su función es proteger el motor contra daños causados por sobrecalentamiento, asegurando su operación segura y prolongando su vida útil (Bautista & Guevara, 2021)

Figura 7

Guardamotor



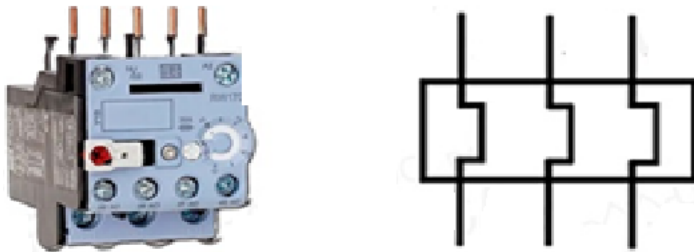
Nota . La figura representa el esquema de un Guardamotor. Tomado de Bautista & Guevara, 2021.

Un relé térmico es un dispositivo de protección similar al guardamotor. Se utiliza para monitorear la temperatura del motor y desconectarlo si esta supera los límites predefinidos. El relé térmico se basa en el principio de expansión de un elemento sensible al calor, como una lámina bimetálica o un termistor.

Su utilidad radica en proteger el motor contra sobrecalentamiento, evitando daños y asegurando su correcto funcionamiento. (Crespo, 2022)

Figura 8

Relé térmico



Nota 8. La figura representa el esquema de un relé térmico. Tomado de Crespo, 2022

MÉTODOS MATERIALES

La búsqueda de información mediante, libros, artículos, sitios web e investigaciones relacionadas con el tema, permitieron encontrar información eficaz de cada uno de los temas tratados que respaldan el presente proyecto, desarrollando de esta manera la fundamentación teórica. Mediante esta metodología, se obtiene información detallada sobre la población objetivo, describir los elementos del módulo, evaluar su efectividad y detectar áreas de mejora. Al caracterizar a los estudiantes y docentes involucrados, se puede adaptar el diseño y contenido del módulo a sus necesidades específicas. La investigación experimental implica la manipulación de variables controladas para observar y medir el efecto que tienen sobre otras variables, con el fin de establecer relaciones de causa y efecto.

Se utiliza el método científico para desarrollar la parte técnica en la selección, implementación y lógica cableada de los elementos involucrados para desarrollar el arranque y control de velocidad de motores trifásicos, así como también dimensionamientos de los conductores y las protecciones eléctricas. Esta técnica permite realizar las diferentes mediciones en el módulo didáctico del arranque y control de velocidad en motores trifásicos los cuales son: el consumo de corriente de los motores trifásicos, voltaje de entrada, frecuencia de salida del variador y las revoluciones de los motores eléctricos.

En la tabla 2 se puede observar el listado de las variables independiente y en la tabla 3 se tiene el listado de las variables dependientes

Tabla 2

Variable independiente

Variables	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Potencia eléctrica	W	Cálculo	Ecuación
Voltaje de alimentación	V	Medición	Voltímetro
Frecuencia de salida	Hz	Medición	Variador de frecuencia

Tabla 3

Variable dependiente

Variables	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Velocidad del motor	RPM	Cálculo	Ecuación
Corriente eléctrica	A	Medición	Amperímetro

Tabla 4

Variable dependiente

Variables	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Velocidad del motor	RPM	Cálculo	Ecuación
Corriente eléctrica	A	Medición	Amperímetro

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Expresiones de motores trifásicos

Las ecuaciones de los motores trifásicos son herramientas fundamentales para comprender y calcular diferentes aspectos relacionados con su funcionamiento. A través de estas ecuaciones, es posible determinar la corriente alterna, la velocidad de giro y el factor de potencia, aspectos clave en el análisis y diseño de sistemas eléctricos. (Tapia & Zurita, 2023)

Cálculo de la corriente eléctrica

La ecuación 1 permite determinar la corriente eléctrica que fluye en un motor trifásico, considerando la potencia consumida, el voltaje de alimentación y el factor de potencia que representa la eficiencia del sistema en la conversión de energía (Gomez, 2019).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot fp} \quad (1)$$

Donde:

- I: corriente eléctrica [A]
- P: potencia eléctrica [W]
- V: voltaje [V]
- fp: factor de potencia

Cálculo de la velocidad de giro

La velocidad de giro de un motor trifásico se calcula mediante la ecuación 2 que relaciona la frecuencia de la corriente alterna suministrada al motor con el número de polos magnéticos del rotor, determinando la velocidad a la que girará el motor en revoluciones por minuto (rpm) (Gomez, 2019).

$$RPM = \frac{120 \cdot f}{\#p} \quad (2)$$

Donde:

- RPM: revoluciones por minuto
- f: frecuencia [Hz]
- #p: número de polos del motor

Cálculo del factor de potencia

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente en un sistema eléctrico. Este valor indica la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica y varía

entre 0 y 1 , Un factor de potencia cercano a 1 indica un uso eficiente de la energía, mientras que un factor de potencia bajo puede resultar en una ineficiencia energética y problemas en la red eléctrica (Gomez, 2019).

$$fp = \frac{P}{S} \quad (3)$$

Donde:

- fp: factor de potencia
- P: potencia activa [kW]
- S: potencia aparente [kVA]

Diagramas de conexión

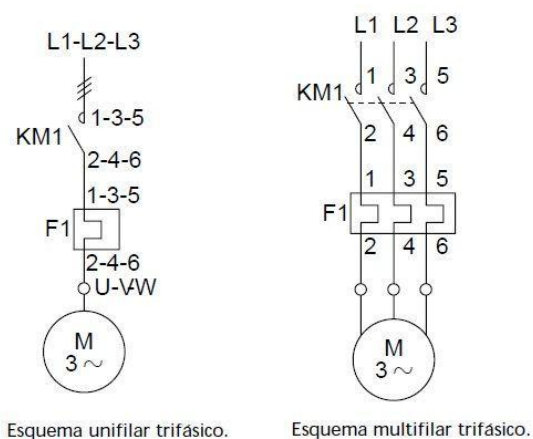
Los diagramas de conexión son representaciones gráficas para mostrar la configuración y las conexiones de los componentes de un sistema eléctrico. (Torres & Sarmiento, 2020)

Diagrama unifilar

Es una representación simplificada y esquemática de un sistema eléctrico en la que se utilizan líneas y símbolos para mostrar las conexiones y los componentes principales del sistema. Se utiliza principalmente en el diseño y la planificación de sistemas eléctricos, como instalaciones industriales o redes de distribución de energía. (Bautista & Guevara, 2021)

Figura 9

Diagrama unifilar y multifilar



Nota 9. La figura representa el diagrama unifilar y multifilar de conexión de un motor. Tomado de Bautista & Guevara, 2021

Arranque de motores trifásicos

El arranque de un motor trifásico es una etapa crítica en su funcionamiento. Durante esta fase, se aplican diferentes métodos y técnicas para iniciar el movimiento del motor de manera segura y eficiente.

Arranque directo

Es un método simple en el cual el motor se conecta directamente a la red eléctrica sin utilizar dispositivos de control adicionales. Los motores con arranque directo absorben una gran cantidad de corriente en el momento del arranque, aproximadamente de 3 a 7 veces la intensidad nominal y esto produce un par de arranque del orden de 1,5 a 2 veces el par nominal, lo que permite arrancar estos motores a plena carga (Yuquilema & Rodríguez, 2019).

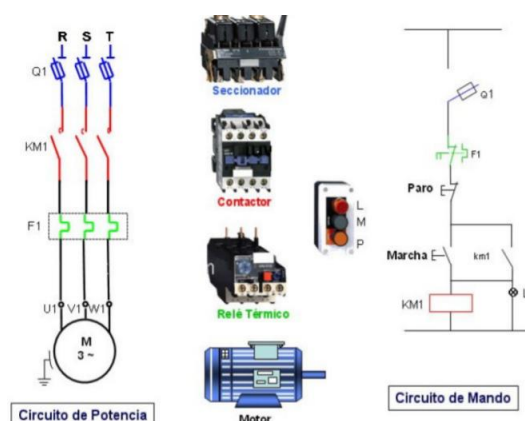
Tabla 5

Aspectos del arranque directo

Características	Ventajas	Desventajas
Conexión directa a la red eléctrica	Simplicidad y bajo costo	Alta corriente de arranque inicial
Arranque rápido	Fácil instalación	Desequilibrio en la red eléctrica
Requiere protecciones adicionales	No requiere dispositivos de control adicional	Caídas de tensión en la red eléctrica

Figura10

Diagrama y forma de conexión de un arranque directo



Nota10. La figura representa el diagrama y forma de conexión de un arranque directo de un motor. Tomado de Yuquilema & Rodríguez, 2019.

Inversión de giro de un motor trifásico

La inversión de giro consiste en cambiar la secuencia de las fases de alimentación del motor para lograr un cambio en la dirección de giro (Andrango, 2021).

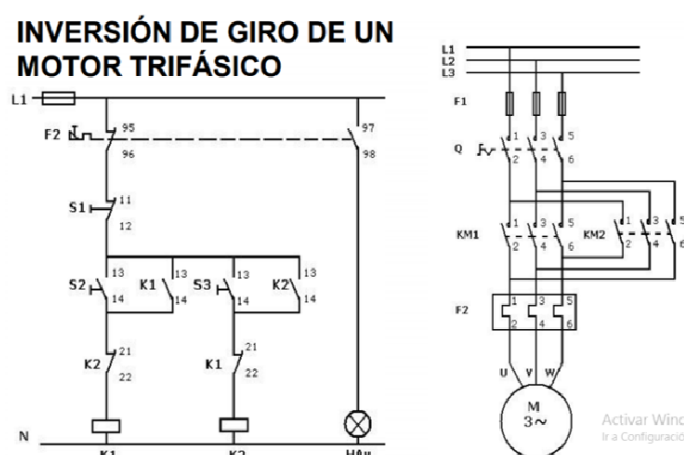
Tabla 6

Aspectos de la inversión de giro

Características	Ventajas	Desventajas
Cambio de secuencia de fases para inversión de giro	Control sencillo del sentido de giro	Desequilibrios en el consumo de corriente
Rápido y sencillo cambio de dirección de giro	No requiere dispositivos de control adicionales	No es adecuado para motores de alta potencia
Utilización de contactores y relés para control	Permite invertir el sentido de giro sin necesidad de detener el motor	

Figura 11

Diagrama y forma de conexión de una inversión de giro



Nota 11. La figura representa el diagrama y forma de conexión de una inversión de giro de un motor. Tomado de Andrango, 2021.

Arranque estrella triángulo

Es un método que permite reducir la corriente de arranque y su impacto en la red eléctrica mediante la conexión inicial del motor en configuración "estrella" y luego cambiar a "triángulo" una vez que ha alcanzado la velocidad nominal.

Con un arranque de motor estrella triángulo, la puesta en marcha del motor trifásico asíncrono se realiza mediante una transición entre los devanados. Los puentes en el cajetín de bornes del motor se omiten, y las 6 conexiones de los devanados se conectarán a la red eléctrica mediante una conmutación llamada estrella-triángulo (conmutación manual o automática de los contactores) (Andrango, 2021).

Tabla

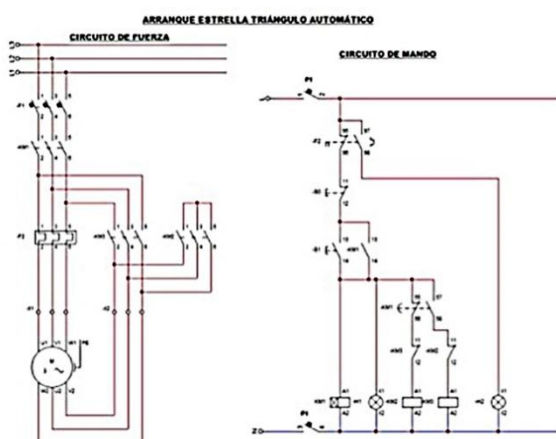
7

Aspectos del arranque estrella triángulo

Características	Ventajas	Desventajas
Conexión inicial en configuración "estrella"	Reducción significativa de la corriente de arranque	Mayor complejidad y costo de implementación
Cambio a configuración "triángulo" a velocidad nominal	Menor estrés en el motor y en la red eléctrica	Requiere dispositivos de control adicionales (contactores, temporizadores)
Reducción del estrés en el motor y la red eléctrica	Menor impacto en la red eléctrica	Requiere compatibilidad con el motor y la carga
Utilización de contactores, relés y temporizadores	Permite un arranque suave y controlado	No adecuado para motores de alta potencia

Figura 12

Diagrama y forma de conexión de un arranque estrella triángulo



Nota 12. La figura representa el diagrama y forma de conexión de un arranque estrella triángulo de un motor. Tomado de Andrango, 2021.

Parámetros de medición de un motor trifásico

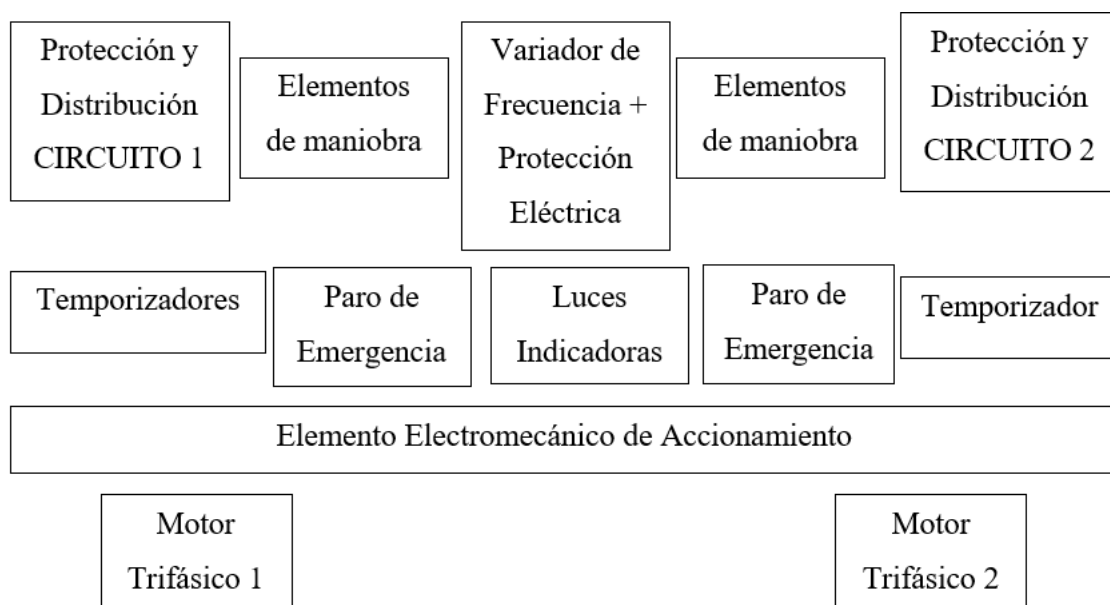
La medición de los parámetros eléctricos en un motor trifásico es importante para monitorear su rendimiento y asegurar un correcto funcionamiento. Entre los parámetros principales se encuentran la corriente, el voltaje y la potencia, proporcionando información sobre el consumo de energía del motor, permitiendo a los operadores y técnicos tomar decisiones informadas y realizar ajustes necesarios para optimizar el rendimiento del motor (Chiguano & Hidalgo, 2021).

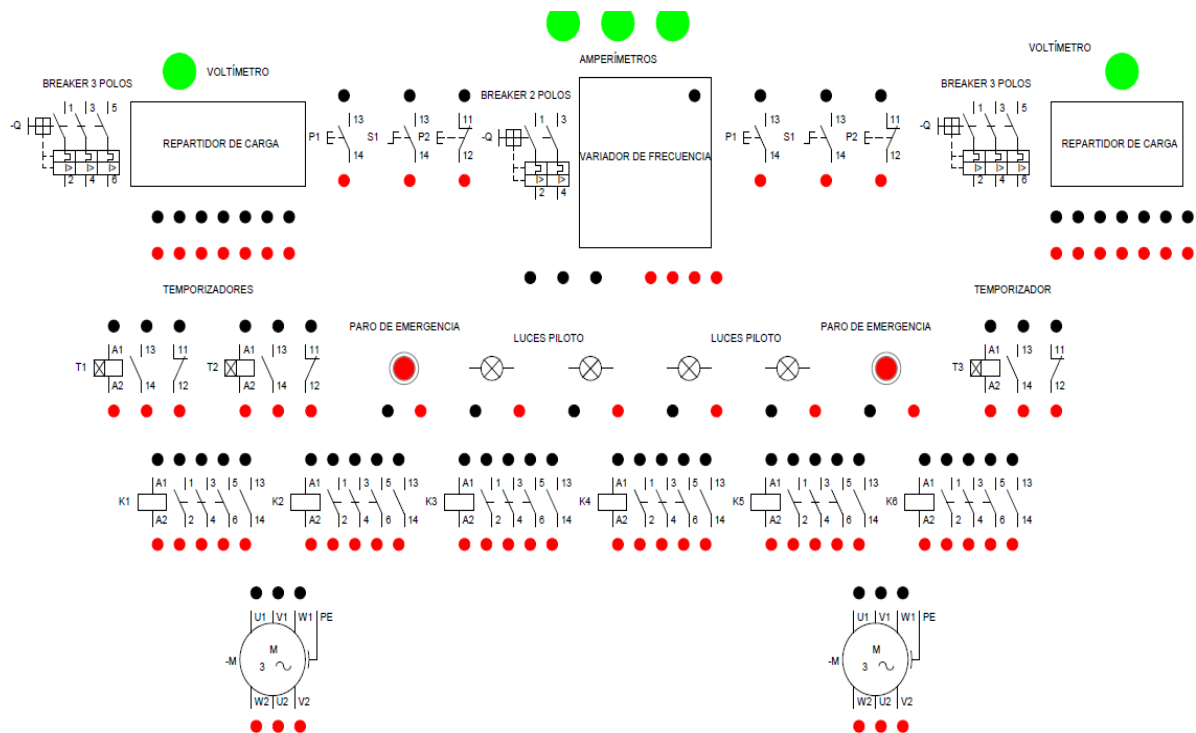
Diseño y montaje de los elementos eléctricos

En el diseño y montaje de los elementos eléctricos al módulo didáctico, se ha puesto especial atención en lograr un diseño estético y funcional. Se realizó un bosquejo para agrupar los elementos eléctricos de manera que estén organizados y sean de fácil identificación para los estudiantes.

Figura 13

Distribución de los elementos



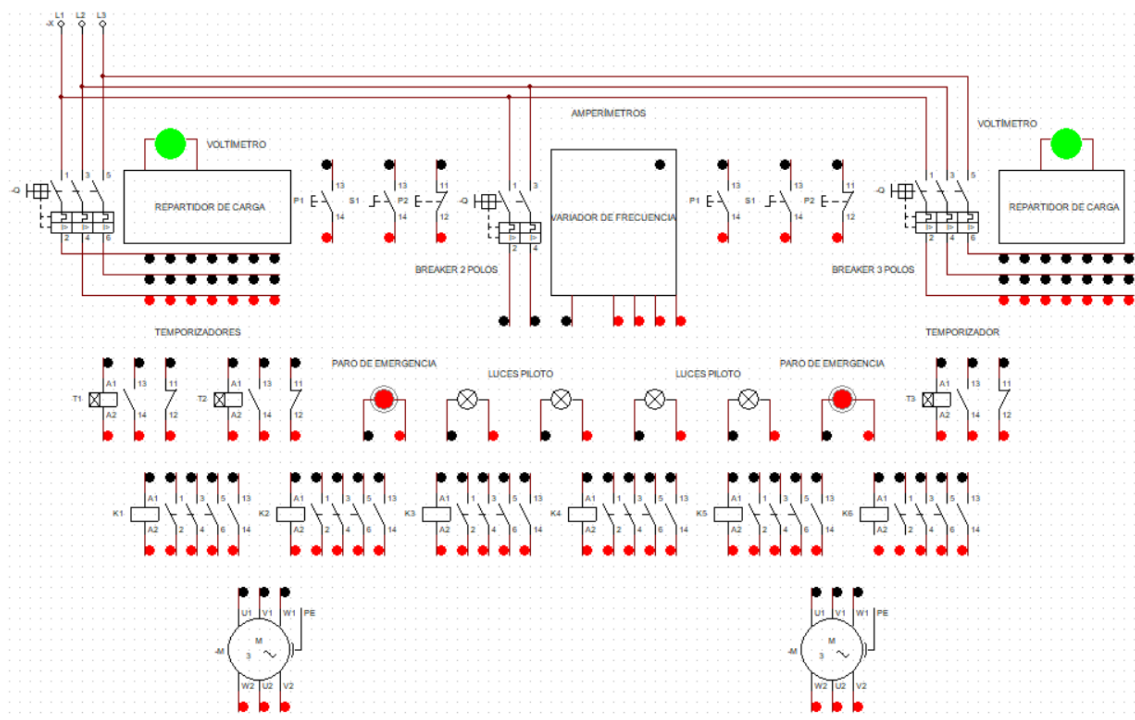


Nota13. La figura representa la distribución de elementos utilizados en el módulo didáctico de los motores trifásicos. Elaboración propia.

Previamente a la implementación, se llevó a cabo un diseño preliminar que permitió visualizar la disposición óptima de los componentes eléctricos en el módulo. Durante el montaje, se utilizaron materiales de calidad, como amarras plásticas para mantener los cables ordenados y seguros, pernos de acero galvanizado para asegurar la sujeción de los componentes, tuercas y tornillos para unir y fijar de manera segura los diferentes elementos eléctricos al módulo. Este enfoque en el diseño y montaje no solo garantiza la funcionalidad y la durabilidad de los componentes eléctricos, sino que también proporciona una experiencia visualmente agradable y facilita el aprendizaje práctico de los estudiantes en el módulo didáctico de arranque y control de velocidad de motores trifásicos.

Figura 14

Diseño eléctrico del módulo didáctico



Nota14. La figura representa el diseño eléctrico utilizado en el módulo didáctico. Elaboración propia.

La implementación del módulo didáctico para el arranque y control de velocidad de motores trifásicos involucró el uso del software CADESIMU para llevar a cabo el diseño eléctrico del módulo.

Prácticas en el módulo didáctico para motores trifásicos

Práctica N. 1

Título: Arranque directo de un motor trifásico

Introducción: El arranque directo es uno de los métodos más simples y comunes para poner en marcha un motor trifásico. En esta guía práctica, se aprenderá cómo realizar el arranque directo de un motor trifásico utilizando la herramienta computacional CadeSimu para el desarrollo de los diagramas eléctricos.

En la tabla 8 se pueden observar el listado de elementos del módulo didáctico a utilizarse para el desarrollo de la primera práctica.

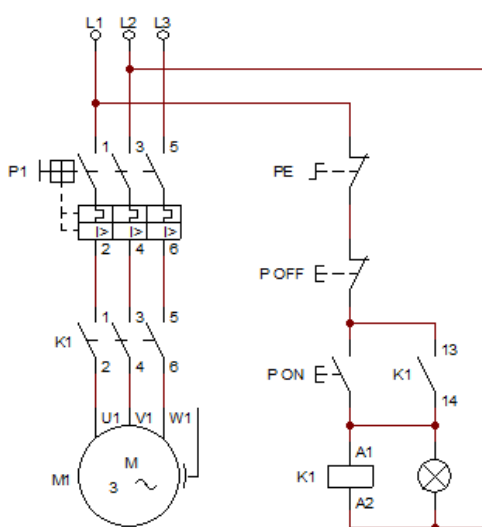
Tabla 8

Descripción de los elementos utilizados en la práctica N. 1

Elemento	Descripción
Interruptor termomagnético	P1
Contactor	K1
Motor 1	M1
Paro de Emergencia	PE
Pulsador N.O.	P On
Pulsador N.C.	P Off
Luz Indicadora	X1

Figura 15

Circuito de arranque directo



Nota 15. La figura representa el circuito utilizado para el arranque directo de los motores trifásicos. Elaboración propia.

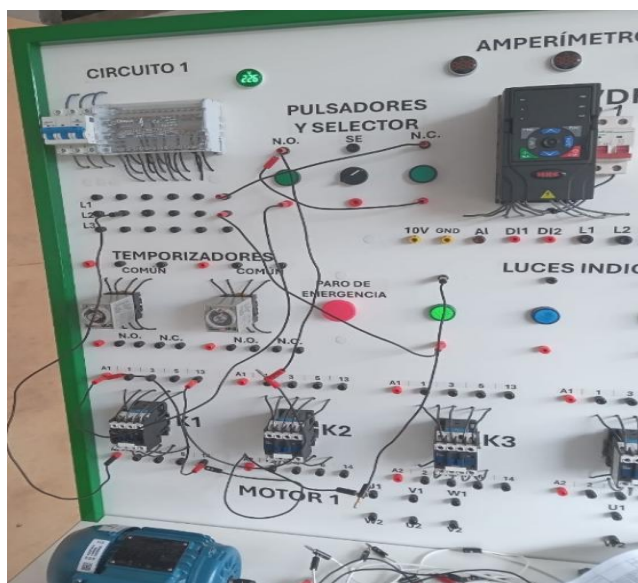
Pasos:

- Identificar los elementos a utilizarse en el módulo didáctico en base a la tabla 21
- Conectar los componentes en el orden correcto, siguiendo el diagrama de conexión del arranque directo realizado en la figura 46.

- Utilizar los conductores eléctricos de calibre 18 AWG para la parte de control y el conductor 16 AWG para la parte de potencia.
- Verificar la presencia de tensión eléctrica mediante los voltímetros.
- Visualizar la corriente eléctrica en cada una de las fases del motor eléctrico utilizando los amperímetros.
- Observa el comportamiento del motor durante el arranque, asegurándose que se cumplan los parámetros y las protecciones establecidas.
- Realiza tres conclusiones obtenidas durante la práctica del arranque directo del motor trifásico.

Figura 16

Arranque directo en el módulo didáctico



Nota16. La figura representa la conexión de arranque directo de los motores implementados en el módulo. Elaboración propia.

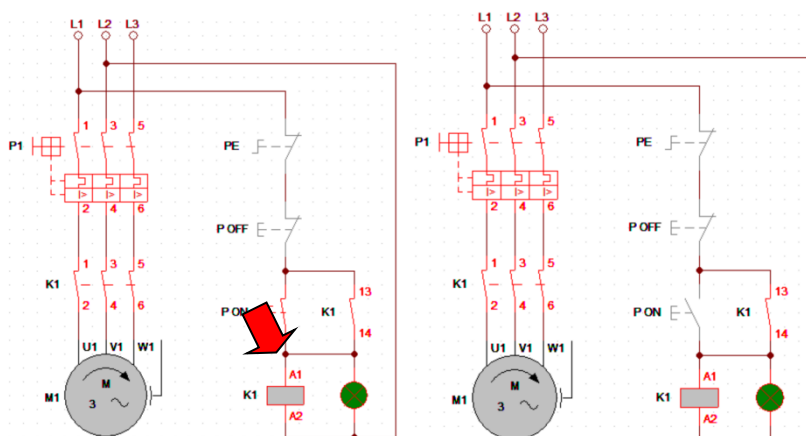
Simulación:

Utilizando el software Cade Simu se puede observar que al momento de encender el pulsador “P On” se activa el contactor K1 e inmediatamente acciona el motor 1 y su luz indicadora como se

muestra en la figura 47, para encenderlo, se presiona el pulsador “P OFF” como se muestra en la figura 15.

Figura 17

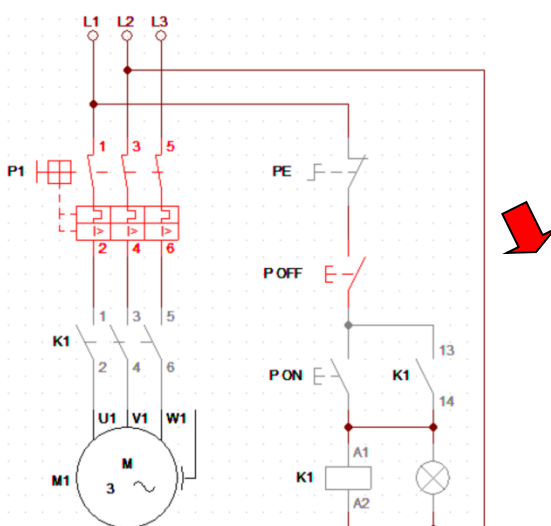
Simulación de arranque directo en CadeSimu



Nota 17. La figura representa el esquema de simulación en CadeSimu del arranque directo de los motores trifásicos. Elaboración propia.

Figura 18

Simulación de apagado de arranque directo en CadeSimu



Nota 18. La figura representa el esquema de simulación en CadeSimu de apagado del arranque directo de los motores trifásicos. Elaboración propia.

Práctica N. 2

Título: Secuencia de encendido de dos motores con dos pulsadores

En este contexto, se desarrollará la práctica de implementación de una secuencia de encendido de dos motores utilizando dos pulsadores. Para facilitar este proceso, se utiliza Cadesimu como una herramienta de diseño y simulación de circuitos eléctricos, que permitirá crear los planos eléctricos y diagramas de conexión necesarios para el módulo didáctico.

Materiales necesarios:

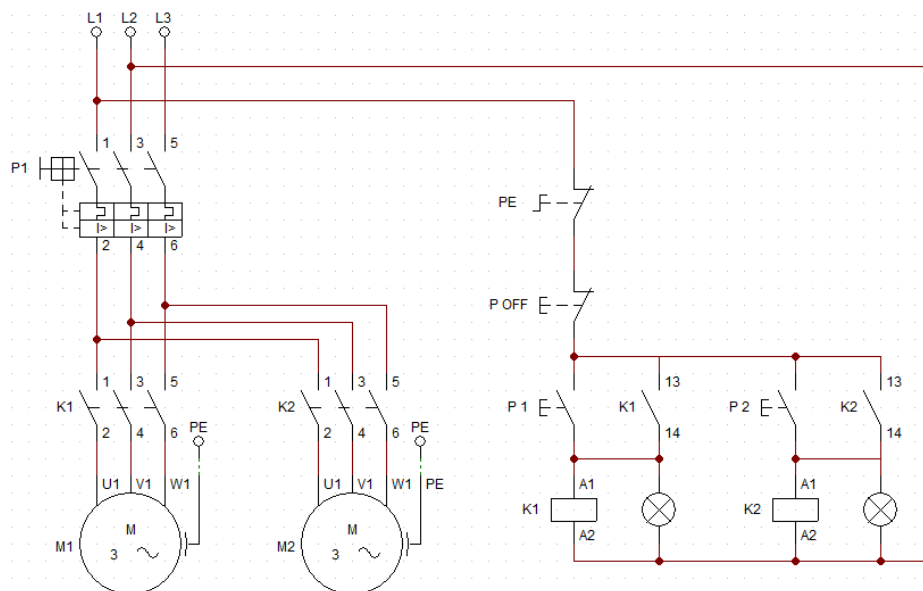
Tabla 9

Descripción de los elementos utilizados en la práctica N. 2

Elemento	Descripción
Interruptor termomagnético	P1
Contactador 1	K1
Contactador 2	K2
Motor 1	M1
Motor 2	M2
Paro de Emergencia	PE
Pulsador N.O. 1	P1
Pulsador N.O. 2	P2
Pulsador N.C.	P Off
Luz Indicadora	X1

Figura 19

Circuito de secuencia de dos motores con dos pulsadores



Nota 19. La figura representa el esquema de simulación del circuito de secuencia de dos motores con dos pulsadores. Elaboración propia.

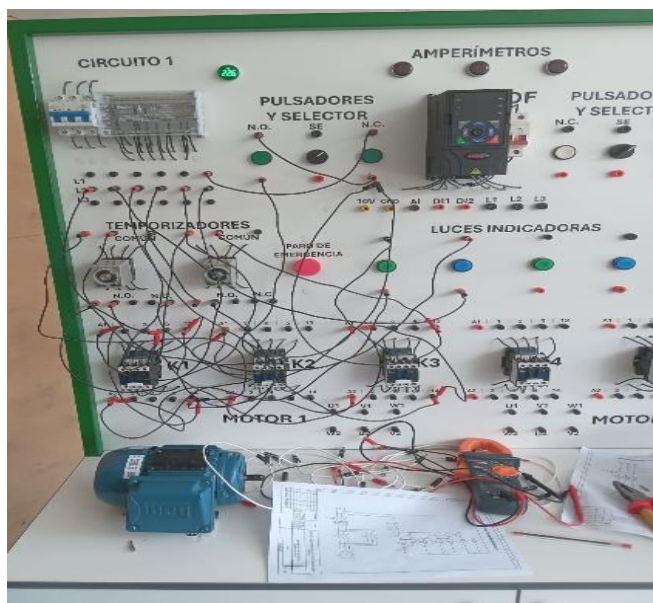
Pasos:

- Identificar los elementos a utilizarse en el módulo didáctico en base a la tabla 22
- Conectar los componentes en el orden correcto, siguiendo el diagrama de conexión de la secuencia de encendido de dos motores con dos pulsadores realizado en la figura 50.
- Utilizar los conductores eléctricos de calibre 18 AWG para la parte de control y el conductor 16 AWG para la parte de potencia.
- Verificar la presencia de tensión eléctrica mediante los voltímetros.
- Visualizar la corriente eléctrica en cada una de las fases del motor eléctrico utilizando los amperímetros.
- Observa la secuencia de arranque de los dos motores, asegurándose que se cumplan los parámetros y las protecciones establecidas.

- Realiza tres conclusiones obtenidas durante la práctica de la secuencia de encendido de dos motores con dos pulsadores.

Figura 20

Secuencia de encendido de dos motores en el módulo didáctico



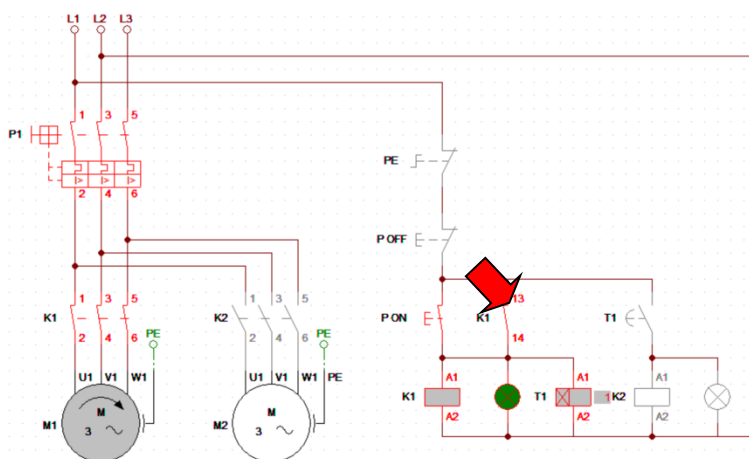
Nota 20. La figura representa la práctica de la secuencia de encendido de dos motores con dos pulsadores. Elaboración propia.

Simulación:

Utilizando el software CadeSimu se puede observar que al momento de encender el pulsador “P On” se activa el contactor K1 conjuntamente con T1 programado con un tiempo determinado como se muestra la figura 52, al pasar este tiempo el temporizador acciona K2 que enciende el motor 2 y su luz indicadora como indica la figura 53.

Figura 21

Simulación de secuencia de dos motores encendido motor 1

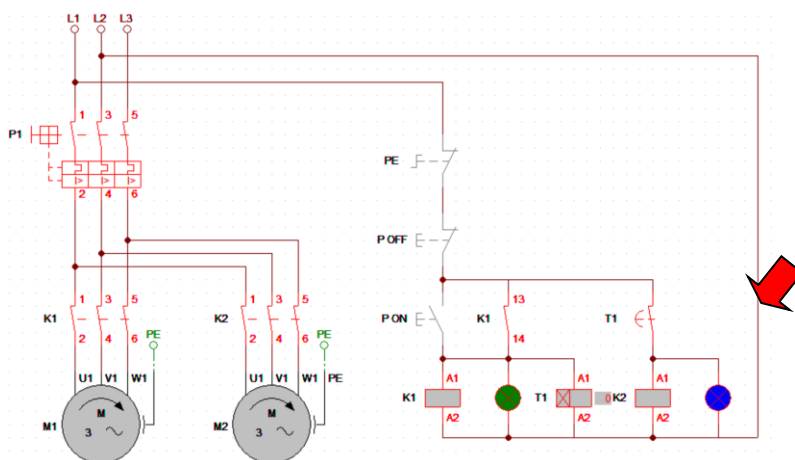


Nota 21. La figura representa el esquema de simulación en CadeSimu de secuencia de dos motores encendido motor 1. Elaboración propia.

Figura

22

Simulación de secuencia de dos motores encendido motor 2



Nota 22. La figura representa el esquema de simulación en CadeSimu de secuencia de dos motores encendido motor 2. Elaboración propia.

27

CONCLUSIONES

Los elementos relacionados con el arranque y control de velocidad de motores trifásicos proporcionan una base sólida de conocimientos teóricos y prácticos para comprender los principios y técnicas involucrados en este campo. Esta revisión permite comprender las ventajas y limitaciones de diferentes métodos de arranque y control de velocidad, lo que facilitó la implementación del módulo didáctico.

El diseño de la distribución de los elementos eléctricos en el módulo fue fundamental para garantizar una implementación eficiente y segura. Al considerar la disposición adecuada de los componentes, como los variadores de frecuencia, contactores, temporizadores y dispositivos de protección, se logra un entorno didáctico óptimo que permite a los estudiantes comprender y practicar los conceptos relacionados con el arranque y control de velocidad de los motores trifásicos.

El desarrollo de un manual de instrucciones prácticas para el uso del módulo didáctico es esencial para facilitar la comprensión y aplicación de los conceptos de arranque y control de velocidad de motores trifásicos. Estas prácticas se dividen en 6 en donde se

incluyen arranques directos, arranques secuenciales con pulsadores y temporizadores, inversión de giro, estrella triángulo y el uso del variador de frecuencia.

La incorporación sistemas automáticos como controladores lógicos programables para adaptarse con la programación y operación de PLCs, que son ampliamente utilizados en aplicaciones de control industrial. Al integrar un controlador en el módulo, podrán diseñar y desarrollar programas de control para el arranque y control de velocidad de motores trifásicos, lo que les brindará habilidades en automatización industrial.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrango, D. (10 de febrero de 2021). *Diseño de un simulador en entorno virtual Labview con el análisis de variables eléctricas y técnicas de arranque de motores trifásicos*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7305>
- Banda Terán, L., & Vargas Arista, C. (15 de julio de 2023). *Diseño e implementación de un módulo didáctico de control de motores eléctricos, Valle Jequetepeque 2022*. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/items/433a8516-2cd9-47bc-9c2b-77c242b81ae6>
- Bautista, J., & Guevara, J. (20 de enero de 2021). *Módulo didáctico para entrenamiento del control de velocidad para motores eléctricos*. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/4519>
- Cabay Borja, S., & Chadán Analuisa, F. (12 de marzo de 2022). *Determinación de parámetros eléctricos de motores y generadores Ac y Dc en el módulo Lab Volt*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9276>
- Caticuago Farinango, C., & Perugachi Urresti, S. (21 de enero de 2019). *Construcción de un módulo didáctico para aplicaciones de control industrial con un relé programable*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20018>
- Chacha, J. (10 de febrero de 2020). *Análisis de la operación de motores trifásicos mediante el diseño e implementación de un módulo didáctico en el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7928>
- Chiguano, E., & Hidalgo, L. (02 de agosto de 2021). *Desarrollo de un módulo de simulación de motores de inducción para soporte de laboratorio de máquinas eléctricas de la Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21754>
- Chilingua, E., & Iza, G. (23 de agosto de 2023). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para análisis de variables eléctricas en el arranque de motores*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11239>
- Crespo, N. (10 de enero de 2022). *Diseño e implementación de módulos de red Modbus/Tcp entre tres automatizables programables para arranque de motor trifásico de manera local, remoto y lectura de sensores*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23840>
- Cunuhay, P., & Haro, C. (08 de junio de 2021). *Implementación de dos módulos didácticos para control de velocidad de motores trifásicos utilizando variadores de frecuencia*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21677>



- Gomez, V. (01 de diciembre de 2019). *Construcción de un módulo de adquisición de variables portable para el análisis de un motor de inducción*. Obtenido de <http://51.143.95.221/handle/TecNM/1558>
- Mendoza, H., & Azabache, J. (15 de octubre de 2019). *Diseño de un banco de ensayo para sistema de arranque de motores trifásicos*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/568224573.pdf>
- Parreño, J. (03 de febrero de 2022). *Implementación de un banco de pruebas para motores trifásicos de 220 VAC y 24 VDC para prueba de sensores en el taller de mantenimiento de la empresa Agua Mineral San Felipe*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/30587/1/M-ESPEL-EMT-0134.pdf>
- Quispe, E. (10 de enero de 2021). *Implementación de un módulo electrónico relé de sincronización en tablero eléctrico para mejorar el sistema de motor síncrono en la empresa Mixercon SA-2020*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5616>
- Romero, D., & Ortega, R. (15 de diciembre de 2021). *Implementación de un módulo didáctico de arrancadores suaves para motores trifásicos en el laboratorio de la carrera de Electricidad*. Obtenido de <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/19>
- Tapia, K., & Zurita, N. (10 de enero de 2023). *Manual de un módulo didáctico para el estudio de motores de inducción monofásicos y trifásicos para la Carrera de Tecnología Superior en Electricidad*. Obtenido de <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/66/61>
- Torres, H., & Sarmiento, A. (10 de enero de 2020). *Adquisición y visualización de parámetros eléctricos de un motor trifásico mediante el uso de un módulo de internet industrial de las cosas*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9778>
- Yuquilema, R., & Rodríguez, J. (11 de julio de 2019). *Implementación de un módulo de sincronización y secuencia de arranque de dos motores trifásicos jaula de ardilla comandado por relés programables y variadores de frecuencia*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11578>
- Zapana, L. (17 de enero de 2020). *Diseño e implementación de un módulo didáctico para el arranque electrónico de motores eléctricos de inducción por controlador lógico programable*. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/ca5db843-d365-4e52-ae63-d243374cdd85>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

