

Diseño de un módulo didáctico para la Enseñanza del Arranque Estrella-Triángulo en motores Trifásicos

Design of a didactic module for Teaching Star-Delta starting in Three-Phase motors

Stewart Nivaldo Gurumendi Castillo & Sara Nohemy Valdiviezo Miranda

DIMENSIÓN CIENTÍFICA

Enero - junio, V°7 - N°1; 2026

Recibido: 27-01-2026

Aceptado: 31-01-2026

Publicado: 03-02-2026

PAIS

- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

CORREO:

- ✉ stewargurumencastillo@tsachila.edu.ec
- ✉ saravaldiviezomiranda@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/>
- 🌐 <https://orcid.org/>

FORMATO DE CITA APA.

Gurumendi, S. & Valdiviezo, S. (2026). Diseño de un módulo didáctico para la Enseñanza del Arranque Estrella-Triángulo en motores Trifásicos. *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°1). Pág. 1398 – 1420.

Resumen

El presente artículo describe el diseño, construcción y validación de un módulo didáctico orientado a la enseñanza del método de arranque estrella-triángulo aplicado a motores trifásicos de inducción. El estudio surge ante la necesidad de fortalecer el aprendizaje práctico de los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial, debido a la limitada disponibilidad de equipos industriales para prácticas formativas. La investigación adoptó un enfoque aplicado, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental. La metodología incluyó el análisis del sistema de arranque estrella-triángulo, el diseño de los circuitos de fuerza y mando, la selección de componentes eléctricos industriales y la implementación del módulo sobre un tablero metálico. La validación se realizó mediante pruebas técnicas en vacío y la aplicación de encuestas a estudiantes y docentes. Los resultados evidencian una reducción significativa de la corriente de arranque durante la conexión en estrella, así como una conmutación estable hacia la configuración triángulo. Desde el punto de vista pedagógico, se registró una alta aceptación del módulo como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Se concluye que el módulo didáctico constituye un recurso eficaz para integrar teoría y práctica, fortaleciendo las competencias técnicas requeridas en el entorno industrial.

Palabras clave: Arranque estrella-triángulo, módulo didáctico, motores trifásicos, control eléctrico, educación técnica.

Abstract

This article describes the design, construction, and validation of a didactic module aimed at teaching the star-delta starting method applied to three-phase induction motors. The study arises from the need to strengthen practical learning among students of the Electrical Maintenance and Industrial Control program, due to the limited availability of industrial equipment for training practices. The research followed an applied approach, with a descriptive level and a non-experimental design. The methodology included the analysis of the star-delta starting system, the design of power and control circuits, the selection of industrial electrical components, and the implementation of the module on a metal panel. Validation was carried out through no-load technical tests and surveys administered to students and instructors. The results show a significant reduction in starting current during star connection, as well as stable switching to the delta configuration. From a pedagogical perspective, a high level of acceptance of the module as a teaching-learning support tool was recorded. It is concluded that the didactic module is an effective resource for integrating theory and practice, strengthening the technical competencies required in industrial environments.

Keywords: Star-delta starting, didactic module, three-phase motors, electrical control, technical education.

Introducción

En el panorama industrial contemporáneo, los motores de inducción trifásicos representan la fuerza motriz principal en la mayoría de los procesos de producción. Su robustez, bajo mantenimiento y eficiencia los hacen indispensables. No obstante, uno de los desafíos críticos en su operación es el fenómeno de la corriente de arranque, la cual puede alcanzar valores de entre 5 a 8 veces la corriente nominal, provocando caídas de tensión en las líneas de alimentación y estrés mecánico en los devanados y acoplamientos. (Morales, y otros, 2025)

Para mitigar estos efectos, el arranque estrella-triángulo se ha consolidado como la solución electromecánica más eficiente y económica. Esta técnica reduce la tensión en los devanados durante la fase inicial (conexión estrella) a un $1/(\sqrt{3})$ de la tensión de red, disminuyendo proporcionalmente la corriente y el par de arranque. (Ekwe-Blacky, Olamide, Collins, & Obiora, 2024)

Sin embargo, la formación de tecnólogos en el área de Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial (MECI) enfrenta un obstáculo recurrente: la brecha entre la teoría de los libros y la práctica con componentes industriales reales. En el Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, se ha detectado que la enseñanza del control de motores se ve limitada por la falta de recursos didácticos que permitan al estudiante enfrentarse a la lógica de cableado, la configuración de temporizadores y la protección de motores de manera física y segura.

El presente trabajo de investigación no solo busca construir un tablero, sino proponer una metodología pedagógica basada en un módulo didáctico funcional. El diseño se fundamenta en normativas técnicas internacionales para garantizar la seguridad del operador y del equipo. A través de este artículo, se detalla el proceso desde el diagnóstico de necesidades de los estudiantes hasta la validación técnica del módulo construido,

demostrando que la implementación de laboratorios especializados es un factor determinante en la calidad de la educación técnica superior. (Idrovo & Morán, 2025).

Métodos y Materiales

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con predominio cuantitativo y apoyo cualitativo, permitiendo una comprensión integral del problema mediante el análisis de encuestas aplicadas a estudiantes y docentes sobre la utilidad y pertinencia del módulo didáctico de arranque estrella-triángulo. (Gonzales & Covinos, 2021)

El enfoque cualitativo permitió analizar los aspectos técnicos y pedagógicos del diseño, construcción y uso del módulo didáctico, así como la interacción y desempeño de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio.

La investigación fue de tipo aplicada, orientada a la solución de una problemática educativa-técnica relacionada con la enseñanza práctica del arranque y control de motores trifásicos.

El estudio presentó un nivel descriptivo y explicativo, al caracterizar la situación actual del proceso de enseñanza-aprendizaje y analizar la relación entre el uso del módulo didáctico y la comprensión del arranque estrella-triángulo.

El diseño de la investigación fue no experimental y de tipo transversal, ya que las variables se observaron en su contexto natural en un único momento, sin manipulación deliberada.

Se emplearon los métodos analítico, deductivo, inductivo, técnico-experimental y estadístico para el estudio del sistema, el diseño y prueba del módulo didáctico, y el análisis de los datos obtenidos.

La variable independiente fue el módulo didáctico de arranque estrella-triángulo y la variable dependiente el aprendizaje del control de motores trifásicos, evaluado a partir de la comprensión del sistema y la identificación de sus componentes. (Viera & Pachano, 2023)

La población estuvo conformada por estudiantes y docentes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial, seleccionándose una muestra mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

Las técnicas de recolección de información incluyeron la encuesta mediante cuestionarios estructurados, la observación directa en prácticas de laboratorio y la revisión documental de bibliografía técnica. (Reina & Carrera, 2022)

Fase I: Análisis técnico y diagnóstico inicial

En esta fase se analizó el sistema de arranque estrella-triángulo, revisando sus principios de funcionamiento, aplicación industrial y los esquemas eléctricos de fuerza y mando.

Paralelamente, se diagnosticaron las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que permitió definir los requerimientos técnicos, pedagógicos y de seguridad del módulo didáctico. (Tenesaca & Pincay, 2025)

Fase II: Aplicación de la encuesta diagnóstica

En la segunda fase se aplicó una encuesta a estudiantes y docentes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial, con el fin de identificar el nivel de conocimiento sobre el arranque estrella-triángulo, las dificultades en su aprendizaje y la necesidad de recursos didácticos prácticos.

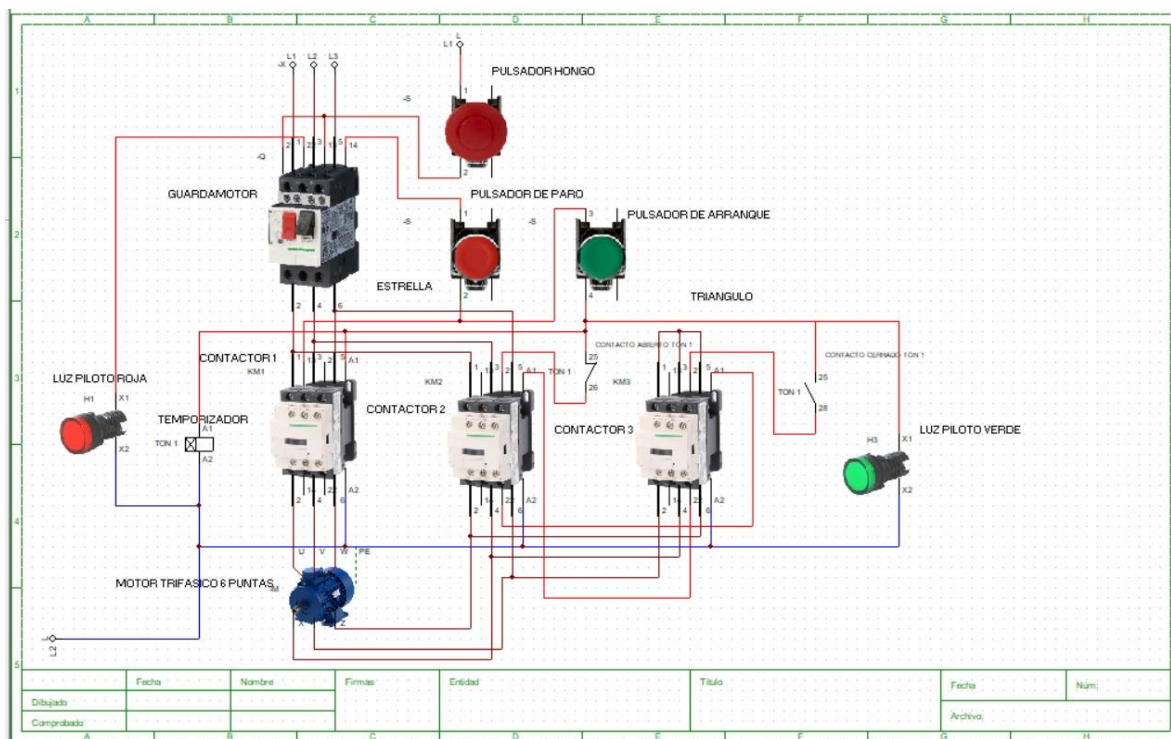
Los resultados permitieron obtener datos cuantificables sobre la percepción del aprendizaje práctico y el uso de módulos didácticos, validando la problemática identificada y la pertinencia del proyecto.

Fase III: Diseño de los circuitos de fuerza y mando

Posteriormente, se diseñaron los circuitos eléctricos de fuerza y mando del sistema de arranque estrella-triángulo, elaborando esquemas claros y organizados bajo criterios de seguridad y correcta secuencia de funcionamiento.

El diseño aseguró la adecuada coordinación de los dispositivos de maniobra, control y protección, permitiendo representar una instalación industrial real y facilitar la comprensión del proceso de arranque y conmutación del motor.

Figura 1. Esquema eléctrico en 3D



Fuente: Autoría propia

Fase IV: Selección de componentes eléctricos industriales

La presente fase tuvo como objetivo el diseño técnico del sistema eléctrico del módulo didáctico de arranque estrella-triángulo, así como la selección y dimensionamiento de sus componentes a partir de los datos reales del motor trifásico.

En esta etapa se aplicaron criterios técnicos de instalaciones eléctricas industriales para asegurar un funcionamiento seguro, confiable y acorde con los objetivos académicos del módulo. (Grefa, 2024)

Datos eléctricos del motor trifásico

El motor seleccionado para el desarrollo del módulo didáctico presenta las características que se detallan en la Tabla 1, obtenidas directamente de la placa del fabricante.

Tabla 1. *Datos nominales del motor trifásico*

Parámetro	Valor
Potencia nominal	1,6 kW
Tensión nominal	220 V / 380 V
Corriente Nominal	7,10 A (220 V) / 4 A (380 V)
Frecuencia	60 Hz
Velocidad Nominal	1725 rpm
Factor de potencia	0,82

Fuente: Autoría propia

Estas características permiten afirmar que el motor es apto para un sistema de arranque estrella-triángulo, ya que puede operar en conexión estrella durante el arranque y en conexión triángulo durante el régimen permanente.

Verificación referencial de la corriente nominal del motor

Con el objetivo de validar el orden de magnitud de la corriente nominal indicada en la placa del motor, se realizó una verificación referencial mediante la expresión general de potencia para motores trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi \times \eta}$$

Donde:

- $P=1600 \text{ W}$
- $V=220 \text{ V}$
- $\cos\phi=0.82$
- $\eta \approx 0.85$ (valor típico)

$$I = \frac{1600}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,82 \times 0,85} \approx 6.03 \text{ A}$$

Considerando una potencia de 1,6 kW, una tensión de 220 V, un factor de potencia de 0,82 y un rendimiento estimado de 0,85, se obtiene una corriente aproximada de 6 A. Este valor confirma el orden de magnitud de la corriente nominal, existiendo una diferencia respecto al valor de placa de 7,10 A debido a las pérdidas adicionales consideradas por el fabricante y a las condiciones reales de operación del motor.

Por este motivo, para el diseño del sistema se adoptó como referencia la corriente nominal de placa, garantizando un dimensionamiento seguro y acorde con las prácticas industriales. (Tolocka, 2025)

Selección del interruptor termomagnético tripolar

El interruptor termomagnético tripolar constituye la protección general del circuito de potencia, siendo responsable de interrumpir el suministro eléctrico ante fallas de cortocircuito o sobrecorrientes severas.

El criterio técnico empleado para su selección establece que la corriente nominal del breaker debe ser superior a la corriente nominal del motor, aplicando un factor de seguridad del 125 %:

$$I_{Breaker} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{Breaker} = 1.25 \times 7.10 = 8.9A$$

En función de este resultado, se seleccionó un breaker tripolar de 10 A, montado sobre riel DIN, el cual garantiza una adecuada protección del sistema sin provocar disparos intempestivos durante el arranque del motor.

Selección y ajuste del guardamotor

El guardamotor constituye la protección específica del motor trifásico frente a sobrecargas prolongadas y fallas mecánicas. Su selección se realizó considerando directamente la corriente nominal del motor.

Para el motor de 7,10 A, se seleccionó un guardamotor con rango de ajuste comprendido entre 6 A y 10 A, ajustándose el valor de disparo térmico a la corriente nominal del motor. Este ajuste permite proteger al motor sin afectar su operación normal.

Selección de contactores

Los contactores empleados en el sistema de arranque estrella-triángulo cumplen funciones específicas de conexión y desconexión del motor en sus distintas etapas de operación. Para su selección se consideraron los siguientes criterios técnicos:

Corriente nominal igual o superior a la corriente del motor

Categoría de empleo AC-3, adecuada para el arranque y parada de motores trifásicos.

En base a estos criterios, se seleccionaron contactores industriales AC-3 con capacidad nominal superior a 9 A, garantizando una maniobra segura y confiable tanto en la etapa de arranque como en régimen permanente.

Selección del temporizador

El temporizador se utiliza para controlar el tiempo de permanencia del motor en conexión estrella, garantizando una conmutación controlada y confiable hacia la conexión triángulo.

Para este fin se seleccionó un temporizador tipo ON-delay, ajustable según las características del motor y las condiciones de operación del módulo didáctico.

Conductores del circuito

Para el circuito de potencia del módulo se seleccionó conductor eléctrico flexible calibre N°12 AWG, cuya capacidad de conducción de corriente es ampliamente superior a la corriente nominal del motor.

Considerando que el motor consume 7,10 A y que el conductor N°12 AWG puede soportar corrientes superiores a 20 A, se garantiza una operación segura, sin

sobrecalentamiento y con un margen adecuado de seguridad térmica. Adicionalmente, el uso de conductor flexible facilita el montaje y la organización del cableado dentro del módulo.

Conductores de alimentación principal

Para la alimentación principal del módulo didáctico se utilizó cable concéntrico 4x8 AWG, el cual presenta una alta capacidad de conducción de corriente y una mayor robustez mecánica. Aunque este calibre es superior al estrictamente necesario para la potencia del motor, su selección se justifica por criterios de seguridad eléctrica, durabilidad y la posibilidad de futuras ampliaciones del sistema.

Tabla técnica de selección de componentes eléctricos

Tabla 1. Selección técnica de los componentes del sistema

Elemento	Parámetro de diseño	Criterio aplicado	Elemento seleccionado	Justificación
Motor trifásico	1,6 kW – 220/380 V	Compatibilidad	Motor trifásico industrial	Apto para estrella-triángulo
Breaker tripolar	$I_n = 7,10 \text{ A}$	$I_n \geq 125 \%$	Breaker tripolar 10 A	Protección general
Guardamotor	$I_n = 7,10 \text{ A}$	Ajuste directo	Guardamotor 6–10 A	Protección contra sobrecarga
Contactador principal	$I_n = 7,10 \text{ A}$	Categoría AC-3	Contactador AC-3	Maniobra segura
Contactador estrella	$I_n = 4 \text{ A}$	Coordinación	Contactador AC-3	Arranque en estrella
Contactador triángulo	$I_n = 7,10 \text{ A}$	Régimen permanente	Contactador AC-3	Operación en triángulo
Conductores de potencia	$I_n = 7,10 \text{ A}$	Capacidad térmica	Cable N°12 AWG	Seguridad eléctrica
Alimentación	Corriente total	Robustez	Cable 4x8 AWG	Reserva y durabilidad

Elemento	Parámetro de diseño	Criterio aplicado	Elemento seleccionado	Justificación
Temporizador	Tiempo de transición	Precisión	Temporizador ON-delay	Control del arranque

Fuente: Autoría propia

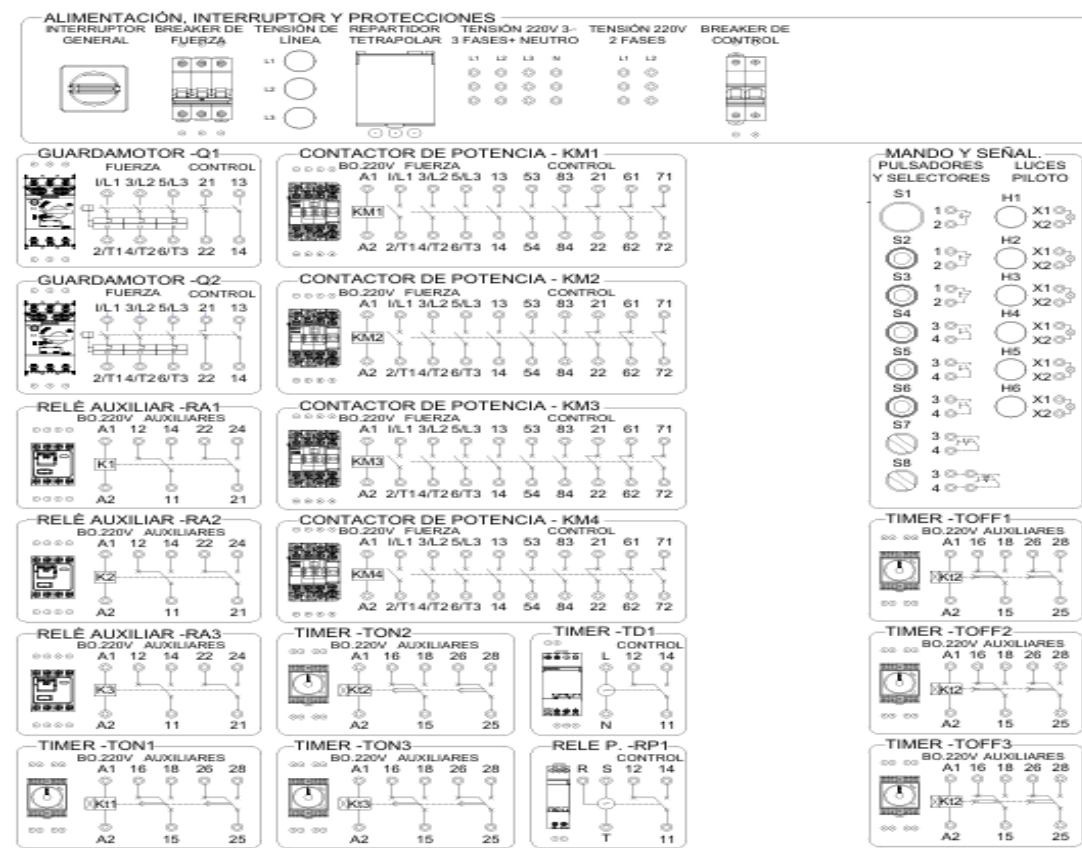
La selección y dimensionamiento de los componentes se realizó con base en criterios técnicos y datos reales del motor, garantizando la seguridad, funcionalidad y coherencia técnica del módulo didáctico de arranque estrella–triángulo.

Fase V: Diseño del vinil del módulo didáctico

La quinta fase consistió en el diseño del vinil del módulo didáctico, orientado a facilitar la identificación y ubicación visual de los componentes eléctricos y a reducir errores durante las prácticas de laboratorio.

El vinil incluye rotulación, simbología eléctrica, señalización de seguridad y una disposición acorde a los esquemas eléctricos, actuando como guía visual para relacionar el diagrama teórico con el sistema físico.

Figura 1. Esquema de distribución de componentes



Fuente: Autoría propia

Fase VI: Construcción y ensamblaje del módulo didáctico

En esta fase se procedió a la construcción y ensamblaje del módulo didáctico sobre un tablero metálico, siguiendo la distribución establecida en el diseño del vinil. Se realizó el montaje físico de los componentes eléctricos, el cableado ordenado y seguro, y la identificación de cada elemento, aplicando buenas prácticas de instalación eléctrica.

Durante esta etapa se verificó el correcto conexionado de los circuitos de fuerza y mando, respetando normas básicas de seguridad eléctrica y garantizando que el módulo sea funcional, seguro y apto para su uso en entornos educativos.

Fase VII: Pruebas y validación técnica

Esta fase tuvo como objetivo validar experimentalmente el funcionamiento del módulo didáctico mediante pruebas técnicas y mediciones eléctricas, verificando el cumplimiento de los criterios técnicos de diseño y seguridad. (Cando & Murillo, 2023)

Las pruebas se realizaron considerando dos condiciones de operación del motor trifásico: funcionamiento en vacío y arranque, permitiendo analizar el comportamiento eléctrico del sistema en cada una de estas etapas.

Instrumentos y equipos utilizados

Para la realización de las pruebas técnicas se emplearon los siguientes equipos e instrumentos de medición:

- Pinza amperimétrica para medición de corriente de línea y de tensiones entre fases
- Módulo didáctico de arranque estrella-triángulo implementado
- Motor trifásico de 1,6 kW
- Sistema de alimentación trifásico de laboratorio

El uso de estos instrumentos permitió obtener valores confiables y repetibles, adecuados para el análisis técnico del sistema.

Pruebas en vacío del motor

La prueba en vacío se realizó sin aplicar carga mecánica adicional al eje del motor. El sistema fue energizado y se permitió que el motor alcanzara su velocidad nominal, manteniéndose en régimen estable.

Durante esta condición de operación se efectuaron cinco mediciones consecutivas de las corrientes de línea (IL1, IL2 e IL3), así como de las tensiones entre fases (V1-2, V2-3 y V1-3). Posteriormente, se calculó el valor promedio de cada magnitud medida.

Pruebas de arranque del motor

La prueba de arranque se realizó energizando el sistema con el motor inicialmente conectado en estrella. Durante el período de arranque y la transición hacia la conexión en triángulo se efectuaron mediciones de corriente y tensión en las tres fases del sistema.

Se realizaron cinco mediciones consecutivas, registrando los valores obtenidos para su posterior análisis.

Técnicas de análisis de datos

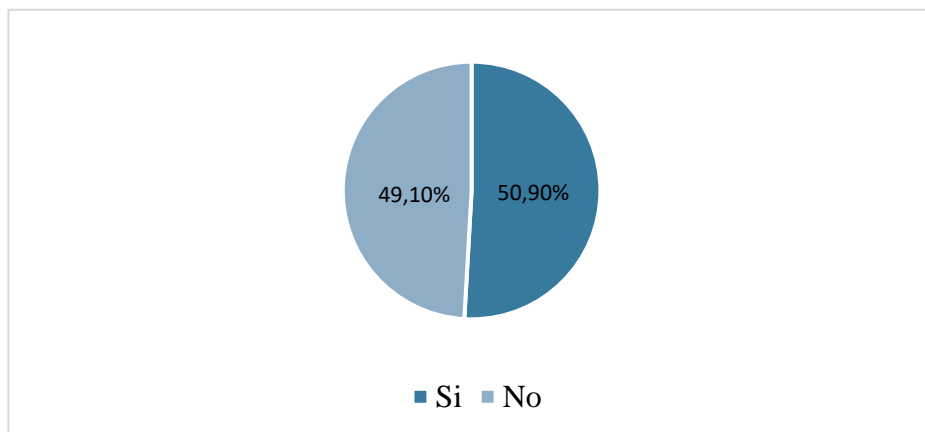
Los datos obtenidos mediante la encuesta fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando tablas y porcentajes. La información cualitativa fue analizada de forma interpretativa, complementando los resultados cuantitativos.

Análisis de resultados

En este apartado se presentan los resultados de la encuesta aplicada a estudiantes y docentes, mediante gráficos estadísticos que permiten evaluar la percepción sobre el aprendizaje del arranque estrella-triángulo y la utilidad del módulo didáctico.

Pregunta 1. ¿Ha tenido dificultades para comprender el funcionamiento del arranque estrella-triángulo solo con teoría en el Instituto Superior Tecnológico Tsáchila?.

Figura 3. *Percepción sobre el aprendizaje del arranque estrella-triángulo*

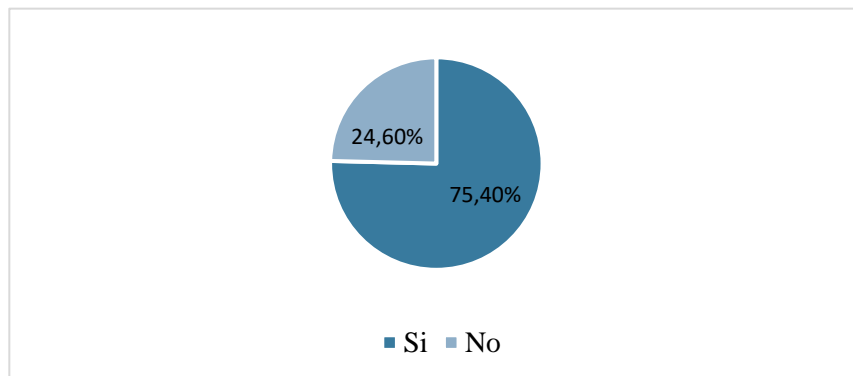


Fuente: Autoría propia

De los 57 encuestados, el 50,9 % manifestó presentar dificultades en el aprendizaje del arranque estrella-triángulo, lo que evidencia la necesidad de reforzar los métodos tradicionales mediante la implementación de herramientas didácticas prácticas en el laboratorio eléctrico.

Pregunta 2. ¿Cree que la falta de módulos didácticos limita el aprendizaje práctico en los talleres de MECI?

Figura 2. *Utilidad del módulo didáctico en el aprendizaje*

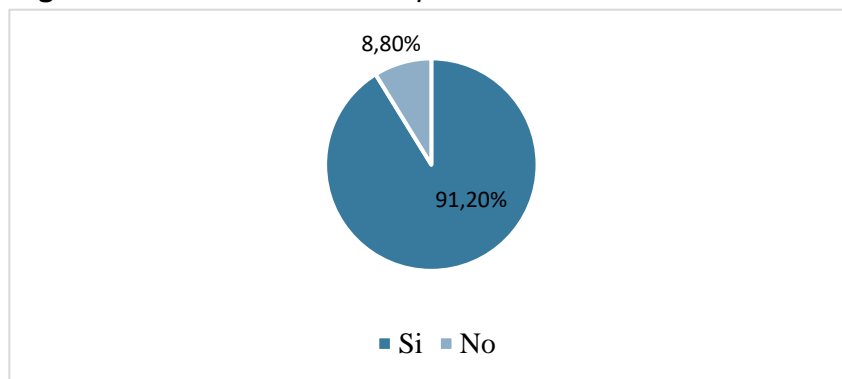


Fuente: Autoría propia

En la segunda pregunta, el 75,4 % de los encuestados respondió afirmativamente, evidenciando la necesidad de implementar un módulo didáctico para mejorar el aprendizaje del arranque estrella-triángulo y respaldando la pertinencia del proyecto.

Pregunta 3. ¿Considera necesario implementar un módulo didáctico funcional para mejorar la comprensión del arranque estrella-triángulo en los talleres de MECI?

Figura 3. Identificación de componentes eléctricos

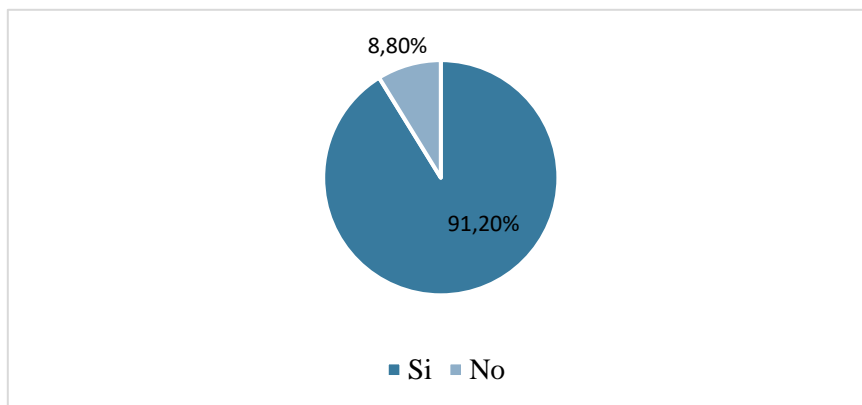


Fuente: Autoría propia

En esta pregunta, el 91,2 % de los encuestados respondió afirmativamente, evidenciando que el módulo didáctico facilita la identificación de los componentes eléctricos industriales y favorece el aprendizaje visual y práctico del sistema.

Pregunta 4. ¿Cree usted que un módulo didáctico facilitaría la comprensión del circuito de control y fuerza en los talleres de MECI?

Figura 4. *Aporte del diseño del vinil del módulo*

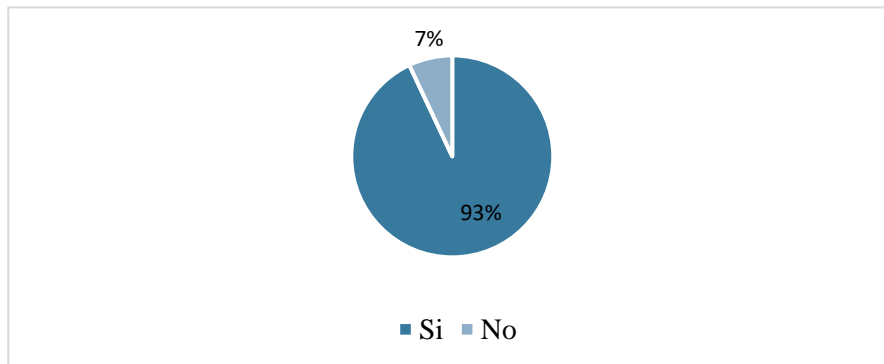


Fuente: Autoría propia

El 91,2 % de los encuestados respondió afirmativamente, evidenciando que el diseño del vinil del módulo didáctico facilita la identificación y ubicación de los componentes eléctricos, mejora la relación entre el esquema teórico y el módulo físico, y contribuye a la seguridad durante las prácticas de laboratorio.

Pregunta 5. ¿El uso de un módulo didáctico mejoraría sus habilidades prácticas en control de motores trifásicos?

Figura 5. *Seguridad y confianza durante las prácticas*



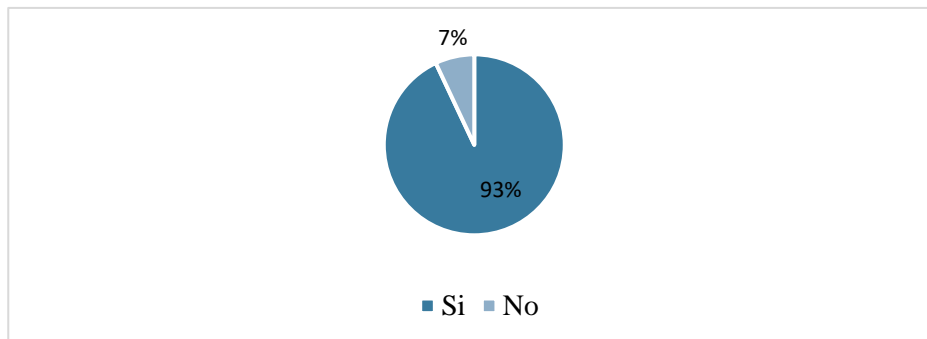
Fuente: Autoría propia

En la quinta pregunta, el 93 % de los encuestados respondió afirmativamente, lo que indica que el módulo didáctico incrementa la seguridad y confianza de los estudiantes

durante las prácticas de laboratorio, al facilitar la identificación de componentes y reducir errores de manipulación.

Pregunta 6. ¿Considera que este módulo prepara mejor al estudiante para el entorno industrial real?

Figura 6. Preparación del estudiante para el entorno industrial real



Fuente: Autoría propia

Finalmente, en la sexta pregunta, el 93 % de los encuestados respondió afirmativamente, evidenciando que el módulo didáctico de arranque estrella-triángulo contribuye a preparar mejor al estudiante para el entorno industrial real.

Resultados de la observación directa

Durante las prácticas de laboratorio se evidenció una mayor participación, interés y seguridad de los estudiantes en la identificación de componentes y en la ejecución de la secuencia de arranque estrella-triángulo.

El diseño del módulo y del vinil facilitó la orientación visual y la comprensión de los circuitos de fuerza y mando, mejorando la dinámica de aprendizaje.

Resultados de las pruebas técnicas del módulo didáctico

Como fase final, se realizaron pruebas técnicas para verificar el correcto funcionamiento del módulo didáctico de arranque estrella-triángulo, obteniendo datos reales de operación del motor trifásico para validar el diseño propuesto.

Las mediciones de corrientes y tensiones en condiciones de operación en vacío se presentan en tablas y se analizan para comprobar la coherencia entre los resultados experimentales y los fundamentos teóricos, confirmando la aptitud del módulo para prácticas de laboratorio.

Tabla 2. *Corrientes de línea en vacío – Conexión Estrella*

Medición	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)
Medición 1	1,55	1,26	1,56
Medición 2	1,58	1,28	1,58
Medición 3	1,52	1,24	1,54
Medición 4	1,56	1,27	1,57
Medición 5	1,54	1,25	1,55
Promedio	1,55	1,26	1,56

Fuente: Autoría propia

Al operar el motor en conexión estrella, se observa una reducción significativa de la corriente de línea en comparación con la conexión triángulo. Esta disminución confirma el principio de funcionamiento del arranque estrella-triángulo, cuyo objetivo es limitar la corriente durante el arranque del motor, incluso en condiciones de vacío

Tabla 3. *Corrientes de línea en vacío – Conexión Triángulo*

Medición	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)
Medición 1	3,66	3,16	3,93
Medición 2	3,70	3,20	3,95
Medición 3	3,62	3,10	3,90
Medición 4	3,67	3,18	3,98
Medición 5	3,64	3,15	3,92
Promedio	3,66	3,16	3,94

Fuente: Autoría propia

Los valores de corriente medidos en vacío para la conexión triángulo muestran un comportamiento estable y un equilibrio aceptable entre las tres líneas del sistema. Las pequeñas variaciones observadas se atribuyen a tolerancias propias del sistema eléctrico y del instrumento de medición, confirmando un funcionamiento adecuado del motor trifásico en esta configuración.

Tabla 4. Voltajes entre fases en vacío

Medición	V1-2 (V)	V2-3 (V)	V1-3 (V)
Medición 1	216	215	218
Medición 2	217	216	219
Medición 3	218	215	217
Medición 4	220	218	216
Medición 5	219	217	215
Promedio	218,0	216,2	217,0

Fuente: Autoría propia

Análisis e interpretación

Las mediciones de tensión en vacío presentan valores cercanos a la tensión nominal del sistema trifásico, manteniéndose equilibradas entre fases. Esto evidencia una correcta alimentación eléctrica y una adecuada conexión del módulo didáctico durante la ejecución de las pruebas.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación del módulo didáctico de arranque estrella-triángulo tiene un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del control de motores trifásicos. La percepción favorable de estudiantes y docentes confirma que el aprendizaje práctico facilita la comprensión de sistemas eléctricos complejos.

La mejora en la identificación de componentes y en la comprensión de la secuencia de funcionamiento concuerda con enfoques pedagógicos que resaltan la importancia del aprendizaje significativo y la interacción directa con equipos reales. Asimismo, el diseño del vinil del módulo se consolidó como un elemento clave para el aprendizaje visual, la organización del sistema y la seguridad eléctrica.

Desde el punto de vista técnico, las pruebas funcionales validaron que el módulo representa de manera adecuada un sistema industrial real, permitiendo el desarrollo de competencias técnicas alineadas con el perfil profesional del tecnólogo en Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial.

En conjunto, los resultados y su discusión demuestran que el módulo didáctico constituye una herramienta eficaz, segura y pertinente para fortalecer el aprendizaje práctico del arranque estrella-triángulo en el laboratorio eléctrico.

Conclusiones

La implementación del módulo didáctico de arranque estrella-triángulo permitió fortalecer significativamente el aprendizaje práctico de los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, reduciendo la brecha existente entre los contenidos teóricos y su aplicación en un entorno real de trabajo.

El diseño del módulo, basado en componentes eléctricos industriales reales y en una disposición visual ordenada, facilitó la comprensión del funcionamiento del arranque estrella-triángulo, permitiendo a los estudiantes identificar con claridad los circuitos de fuerza y mando, así como la función específica de cada elemento del sistema.

Las pruebas técnicas realizadas demostraron que el módulo didáctico funciona de manera correcta, segura y eficiente, logrando una adecuada reducción de la corriente de arranque y una correcta transición de la conexión estrella a la conexión triángulo, validando así su diseño y construcción.

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas y la observación directa evidenciaron que el uso del módulo didáctico incrementó la seguridad, la confianza y la participación activa de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio, mejorando el desarrollo de competencias técnicas esenciales para su futuro desempeño profesional.

Referencias bibliográficas

- Cando, T., & Murillo, J. (Agosto de 2023). ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE UN MOTOR ASÍNCRONO. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11421/1/PI-002644.pdf>
- Ekwe-Blacky, E., Olamide, O., Collins, F., & Obiora, G. (28 de Noviembre de 2024). Investigación del efecto del arranque estrella-triángulo en la eficiencia y el factor de potencia de los motores de inducción de CA. Obtenido de 5.^a Conferencia Internacional IEEE 2024 sobre Tecnologías Electroinformáticas para la Humanidad (NIGERCON): <https://ieeexplore.ieee.org/document/10927108>
- Gonzales, J., & Covinos, M. (Junio de 2021). DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION
- Grefa, J. (17 de Abril de 2024). Normativa IEC para Tableros Eléctricos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/723789983/NORMATIVA-IEC-CONSULTA>
- Idrovo, M., & Morán, Á. (17 de Enero de 2025). Impacto del uso efectivo de laboratorios en la educación universitaria: fortalecimiento de competencias profesionales en los estudiantes. Obtenido de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/572>
- Morales, J., Carrión, D., Morales, V., Iza, E., Iza, Á., & Tierra, L. (30 de Junio de 2025). Arranque y control de velocidad de motores trifásicos. Obtenido de <https://revistareg.com/index.php/1/article/download/131/362/627>
- Reina, V., & Carrera, P. (1 de Febrero de 2022). Análisis de emprendimientos creados en tiempo de pandemia Covid-19 en el cantón Ibarra. Obtenido de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2042>
- Tenesaca, S., & Pincay, J. (12 de Agosto de 2025). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOS MÓDULOS DIDÁCTICOS PARA VARIADORES. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/31578/1/UPS-GT006798.pdf>
- Tolocka, E. (6 de Septiembre de 2025). Módulo didáctico para control de motores con StamPLC: Presentación y pruebas. Obtenido de <https://www.profetolocka.com.ar/2025/09/06/modulo-didactico-para-control-de-motores-con-stamplc-presentacion-y-pruebas/>
- Viera, J., & Pachano, A. (1 de Enero de 2023). La eficacia de la prueba y el principio de economía procesal en materia civil. Obtenido de <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/512>
-