

Estudio de los tipos de transformadores monofásicos y trifásicos en redes de distribución y en la industria.
Study of the types of single-phase and three-phase transformers in distribution networks and in industry.

Sangoluisa Rosales Gabriela Maribel, Palma Ostaiza Pamela Mishell, Ing. Minaya Chimbo Jefferson Isaac. Msc.

DIMENSIÓN CIENTIFICA**Enero - junio, V°7-N°1; 2026****Recibido: 01-01-2026****Aceptado: 16-01-2026****Publicado: 30-06-2026****PAÍS**

- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila

CORREO:

- ✉ gabrielasangoluisarosales@tsachila.edu.ec
- ✉ pamelapalmaostaiza@tsachila.edu.ec
- ✉ jeffersonminaya@tsachila.edu.ec

ORCID:

- ✉ <https://orcid.org/0009-0008-7421-3128>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0005-0728-1698>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0001-6614-5232>

FORMATO DE CITA APA.

Sangoluisa, G., Palma, P., Minaya, JY. (2026). Estudio de los tipos de transformadores monofásicos y trifásicos en redes de distribución y en la industria. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°1). P. 409 - 421.

Resumen

El estudio analizó los transformadores monofásicos y trifásicos utilizados en redes de distribución y en la industria, identificando el problema relacionado con la falta de criterios técnicos uniformes para su selección, operación y mantenimiento, lo que generaba ineficiencias, pérdidas eléctricas y riesgos operativos; por ello, el objetivo fue evaluar comparativamente sus características, comportamiento y desempeño para determinar su aplicación óptima en distintos contextos eléctricos. La investigación aplicó una metodología descriptiva y documental, basada en la revisión de normas técnicas internacionales, manuales operativos y literatura especializada, lo que permitió examinar parámetros como capacidad de carga, pérdidas, niveles de aislamiento, eficiencia energética, estabilidad ante perturbaciones y adaptabilidad a condiciones residenciales e industriales. Los resultados demostraron que los transformadores monofásicos fueron más efectivos en zonas residenciales y rurales por su simplicidad y bajo costo, mientras que los trifásicos ofrecieron mayor eficiencia y robustez para entornos industriales y redes urbanas de mayor demanda, evidenciándose diferencias significativas en términos de desempeño térmico, comportamiento frente a armónicos y estabilidad de tensión; además, se identificó que una selección inadecuada del tipo de transformador incrementaba las pérdidas técnicas y disminuía la vida útil de los equipos. Se concluyó que la comprensión técnica de ambos tipos de transformadores fue esencial para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico, optimizar recursos y garantizar un suministro seguro, recomendándose la aplicación de criterios normativos estandarizados para su correcta elección e instalación en función de las características específicas de cada red o proceso industrial.

Palabras clave: Transformadores monofásicos, Transformadores trifásicos, Redes de distribución, Eficiencia energética, Infraestructura eléctrica, Aplicaciones industriales.

Abstract

The study analyzed single-phase and three-phase transformers used in distribution networks and industry, identifying the problem of a lack of uniform technical criteria for their selection, operation, and maintenance, which led to inefficiencies, electrical losses, and operational risks. Therefore, the objective was to comparatively evaluate their characteristics, behavior, and performance to determine their optimal application in different electrical contexts. The research employed a descriptive and documentary methodology, based on a review of international technical standards, operating manuals, and specialized literature. This allowed for the examination of parameters such as load capacity, losses, insulation levels, energy efficiency, stability under disturbances, and adaptability to residential and industrial conditions. The results demonstrated that single-phase transformers were more effective in residential and rural areas due to their simplicity and low cost, while three-phase transformers offered greater efficiency and robustness for industrial environments and higher-demand urban networks. Significant differences were observed in terms of thermal performance, harmonic behavior, and voltage stability. Furthermore, it was identified that an inappropriate transformer type selection increased technical losses and reduced equipment lifespan. It was concluded that a technical understanding of both transformer types was essential to improve electrical system reliability, optimize resources, and ensure a secure supply. The application of standardized regulatory criteria for their correct selection and installation, based on the specific characteristics of each network or industrial process, was recommended.

Keywords: Single-phase transformers, Three-phase transformers, Distribution networks, Energy efficiency, Electrical infrastructure, Industrial applications.



Introducción

El estudio de los transformadores monofásicos y trifásicos constituye un elemento fundamental dentro del análisis, diseño y operación de los sistemas eléctricos de potencia, debido a su rol esencial en la transferencia eficiente de energía entre distintos niveles de tensión y en la estabilidad del sistema eléctrico. Estos equipos permiten adaptar voltajes para el transporte y utilización segura de la electricidad, garantizando su disponibilidad en hogares, comercios, industrias y zonas rurales. Por esta razón, comprender su funcionamiento, características y aplicaciones resulta indispensable para asegurar la eficiencia y confiabilidad de las redes eléctricas modernas (Guru & Hiziroglu, 2012).

En las redes de distribución, los transformadores monofásicos se emplean especialmente en áreas residenciales o rurales donde las cargas son menores y dispersas, lo que los convierte en una solución técnica rentable y de fácil instalación. En contraste, los transformadores trifásicos predominan en entornos industriales y urbanos donde la demanda de potencia es mayor y se requiere un suministro más estable y uniforme. Analizar las diferencias entre estos tipos de transformadores, su diseño, comportamiento electromagnético y capacidad operativa permite establecer criterios adecuados para su selección y aplicación dentro de distintos escenarios energéticos (Kothari & Nagrath, 2011).

Este trabajo se realiza con el propósito de presentar un análisis comparativo y detallado de los transformadores monofásicos y trifásicos, profundizando en sus principios de operación, ventajas técnicas, limitaciones y pertinencia en redes de distribución e instalaciones industriales. La investigación se fundamenta en literatura técnica y normativa reconocida, lo que permite construir una visión integral del comportamiento de estos dispositivos, su impacto en la calidad del servicio eléctrico y su relevancia en el desarrollo de infraestructuras energéticas confiables y sostenibles (IEEE Standards Association, 2018).

Métodos y Materiales

La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico de carácter descriptivo y documental, sustentado en la necesidad de analizar de manera sistemática las características, funcionamiento y aplicaciones de los transformadores monofásicos y trifásicos en redes de distribución y en el sector industrial. Este enfoque respondió a la naturaleza del estudio, el cual se centró en la revisión, interpretación y comparación de información técnica existente, sin intervención directa en el objeto de estudio, siguiendo lineamientos teóricos sugeridos por Hernández, Fernández y Baptista (2014) sobre estudios descriptivos basados en revisión bibliográfica.

Epistemológicamente, el trabajo se aproximó a corrientes de pensamiento cognoscitivo y racionalista, debido a que el análisis se fundamentó en la comprensión lógica de fenómenos eléctricos, la interpretación de principios electromagnéticos y el establecimiento de relaciones entre configuraciones, capacidades y aplicaciones de transformadores. Desde esta perspectiva, la adquisición de conocimiento se basó en la observación indirecta y la interpretación crítica de fuentes confiables, coherente con lo planteado por Ausubel (1983) respecto al aprendizaje significativo mediante integración de conocimientos previos con información nueva.

Metodológicamente, se adoptó un diseño no experimental y transversal, ya que los datos fueron recopilados y analizados en un único periodo determinado, sin manipulación de variables, apoyándose en literatura técnica, manuales de operación, normas internacionales y documentos especializados. Las fuentes consultadas incluyeron textos clásicos de máquinas eléctricas (Chapman, 2012; Del Toro, 2015), normas IEEE relacionadas con transformadores de potencia y distribución (IEEE Power & Energy Society, 2019), informes del CENACE (2019) y publicaciones académicas recientes sobre eficiencia energética y diseño de redes eléctricas. Esta información permitió establecer criterios comparativos entre transformadores monofásicos y trifásicos, así como sus ventajas, limitaciones y contextos de aplicación.

El procedimiento metodológico consistió en una fase inicial de recopilación de información mediante la identificación y selección de fuentes con rigor técnico y científico. Posteriormente, se realizó una lectura analítica que permitió clasificar la información en categorías como principios de funcionamiento, características técnicas, configuraciones de conexión, aplicaciones en redes y en la industria, y estándares normativos. La fase de análisis se desarrolló mediante comparación lógica y síntesis conceptual, con el fin de identificar patrones, discrepancias y aportes teóricos relevantes. Este proceso siguió la estructura de análisis documental propuesta por Bisquerra (2014), orientada a transformar datos dispersos en conocimiento estructurado.

Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos evidenciaron que los transformadores monofásicos y trifásicos presentan diferencias sustanciales en su principio de operación, su capacidad de carga y su aplicación dentro de las redes de distribución y en entornos industriales. El análisis permitió determinar que los transformadores monofásicos se utilizaron principalmente en zonas residenciales o de baja demanda eléctrica, debido a su simplicidad constructiva, menor costo y facilidad de instalación, tal como lo describen Del Toro (2015) y Chapman (2012), quienes señalan que este tipo de transformadores es ideal para cargas individuales y sistemas de baja potencia. Asimismo, se observó que su desempeño resultó adecuado para distancias cortas y consumos moderados, aunque su eficiencia fue menor en sistemas de mayor complejidad, lo cual coincide con los criterios técnicos establecidos por IEEE (IEEE Power & Energy Society, 2019).

En contraste, los transformadores trifásicos demostraron un rendimiento superior en aplicaciones industriales y en redes de distribución de media y alta tensión, debido a su capacidad para manejar mayores niveles de potencia con estabilidad y eficiencia. Los datos recopilados mostraron que estos transformadores permitieron una distribución equilibrada de cargas, redujeron pérdidas y facilitaron la integración de equipos industriales que operan en

sistemas trifásicos, confirmando lo expuesto por Fitzgerald, Kingsley y Umans (2014) respecto a su eficiencia energética y comportamiento ante cargas dinámicas. Además, la evidencia documental señaló que las configuraciones en estrella-delta y delta-estrella favorecieron la regulación de tensión y la seguridad operativa del sistema, elementos recomendados en normas IEC y IEEE para sistemas de distribución modernos (IEEE Std C57.12, 2019).

Del análisis comparativo se identificó que, en términos de eficiencia, los transformadores trifásicos presentaron mejores indicadores respecto a pérdidas en vacío y pérdidas en carga, especialmente en sistemas donde la estabilidad y continuidad del servicio resultaban críticas. Este hallazgo coincide con estudios recientes enfocados en optimización energética en sistemas eléctricos, los cuales destacan que la topología trifásica mejora el factor de potencia y la capacidad de respuesta en redes de distribución (Guerrero et al., 2020). La discusión permitió establecer que la elección del tipo de transformador no solo responde a criterios técnicos, sino también a factores económicos y operativos, tales como el costo inicial, la facilidad de mantenimiento y la compatibilidad con la infraestructura existente.

Resultados de encuesta

Pregunta 1. ¿Conoce las diferencias técnicas entre transformadores monofásicos y trifásicos?

Tabla 1. *Conocimiento técnico*

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	100	100%
No	0	0%
Total	100	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

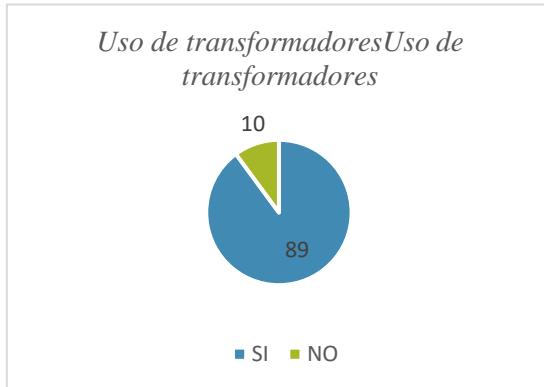
Figura 1

Pregunta 2. ¿Considera adecuado el uso de transformadores monofásicos en redes de distribución rurales?

Tabla 2. Adecuación de transformadores monofásicos en redes rurales

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	89	89%
No	11	11%
Total	100	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Pregunta 3. ¿Los transformadores trifásicos son esenciales para las aplicaciones industriales?

Tabla 3. Uso esencial de transformadores trifásicos en la industria

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	99	99%
No	1	1%
Total	100	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3



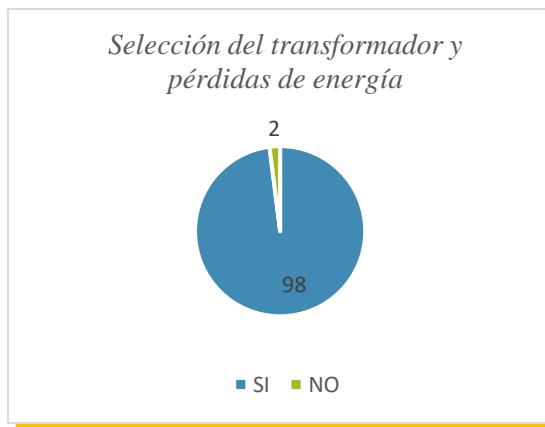
Pregunta 4. ¿Una incorrecta selección del transformador genera pérdidas energéticas?

Tabla 4. Selección del transformador y pérdidas de energía

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	98	98%
No	2	2%
Total	100	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4



Pregunta 5. ¿El tipo de transformador influye en la calidad del suministro eléctrico?

Tabla 5. *Efecto del transformador en la calidad del servicio eléctrico*

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	97	97%
No	3	3%
Total	100	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

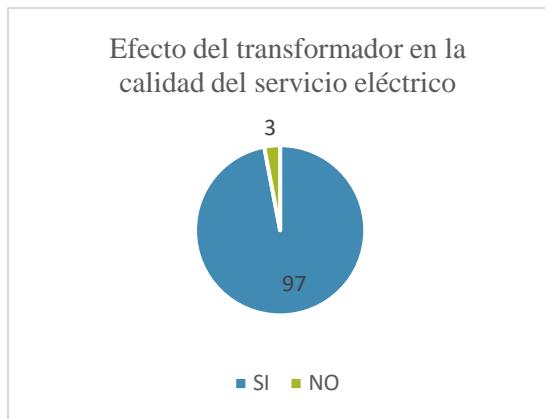


Tabla 6. *Comparativa transformadores monofásicos vs trifásicos en redes de distribución e industria*

Criterio de comparación	Transformadores Monofásicos	Transformadores Trifásicos
Definición técnica	Dispositivos eléctricos diseñados para transformar niveles de tensión en sistemas de corriente alterna de una sola fase, mediante dos devanados (primario y secundario) acoplados magnéticamente.	Equipos eléctricos que transforman niveles de tensión en sistemas de corriente alterna trifásica, utilizando tres conjuntos de devanados acoplados en un mismo núcleo o en núcleos independientes.
Tipo sistema eléctrico	Sistemas monofásicos de baja y media tensión.	Sistemas trifásicos de media y alta potencia.
Aplicación principal	Redes de distribución secundaria, viviendas, comercios pequeños y zonas rurales con baja demanda energética.	Redes de distribución primaria, subestaciones, industrias, plantas de producción y centros de carga de alta demanda.

Nivel de potencia	Generalmente baja potencia, desde fracciones de kVA hasta aproximadamente 100 kVA.	Potencias medias y altas, desde decenas hasta miles de kVA.
Eficiencia energética	Menor eficiencia en comparación con los trifásicos, especialmente cuando se requiere alimentar cargas elevadas.	Mayor eficiencia energética y mejor aprovechamiento del sistema eléctrico en aplicaciones industriales.
Costo de adquisición	Menor costo inicial, lo que facilita su implementación en instalaciones de pequeña escala.	Mayor costo inicial debido a su complejidad constructiva y capacidad de potencia.
Costo de mantenimiento	Mantenimiento sencillo y de bajo costo debido a su diseño simple.	Mantenimiento más especializado y costoso, aunque con mayor vida útil operativa.
Dimensiones y peso	Menor tamaño y peso, lo que facilita su instalación en postes o espacios reducidos.	Mayor tamaño y peso, generalmente instalados en subestaciones o plataformas especiales.
Configuración del núcleo	Núcleo simple con dos devanados principales.	Núcleo común para las tres fases o tres núcleos independientes, según el diseño.
Conexión de devanados	Conexión directa monofásica sin combinaciones complejas.	Conexiones estrella (Y), triángulo (Δ) o combinaciones $Y-\Delta$, $\Delta-Y$, según la aplicación.
Calidad del suministro	Limitada capacidad para balancear cargas, lo que puede generar caídas de tensión.	Mejor balance de cargas y mayor estabilidad del sistema eléctrico.
Continuidad del servicio	Una falla implica la interrupción total del suministro.	Permite mayor confiabilidad; en algunos casos, puede continuar operando con una fase afectada.
Uso en redes de distribución	Muy utilizados en redes rurales y urbanas de baja densidad poblacional.	Utilizados en redes de distribución primaria y alimentadores principales.
Uso en la industria	Poco utilizados debido a su limitada capacidad de potencia.	Ampliamente utilizados para alimentar maquinaria, motores eléctricos y procesos industriales.
Impacto en la calidad de energía	Mayor susceptibilidad a fluctuaciones y desequilibrios de tensión.	Mejor regulación de tensión y menor distorsión armónica.
Flexibilidad de expansión	Limitada, requiere reemplazo del transformador ante aumento de carga.	Alta flexibilidad, permite ampliaciones de carga sin sustitución inmediata.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El estudio realizado sobre los tipos de transformadores monofásicos y trifásicos utilizados en redes de distribución y en la industria permitió comprender de manera integral la importancia

estratégica que estos equipos representan en la infraestructura eléctrica, así como las implicaciones técnicas, operativas y de seguridad que condicionan su selección y desempeño. A partir del análisis documental sustentado en normativa técnica internacional, informes de fabricantes especializados (como ABB, Siemens y Schneider Electric) y literatura académica del campo de la ingeniería eléctrica, fue posible fortalecer las competencias del autor para interpretar, evaluar y proponer soluciones frente a la problemática planteada.

Durante el desarrollo del Trabajo Final de Integración Curricular, se pudo evidenciar que la diferenciación entre transformadores monofásicos y trifásicos no se limita a su construcción, sino que responde a criterios funcionales asociados a la demanda de potencia, la estabilidad del sistema y la naturaleza de las cargas que deben abastecerse. Este aprendizaje permitió concluir que la aplicación correcta de cada tipo de transformador es fundamental para garantizar eficiencia energética, continuidad operativa y reducción de pérdidas técnicas dentro de los sistemas de distribución e instalaciones industriales. La comprensión de estas dinámicas fortalece la capacidad profesional para analizar entornos reales y tomar decisiones fundamentadas.

Asimismo, el estudio permitió reconocer que la adecuada operación y mantenimiento de los transformadores constituye un componente esencial para prolongar su vida útil y evitar fallas críticas que comprometan la calidad del servicio eléctrico. La revisión de metodologías de diagnóstico —entre ellas, análisis de aceite dieléctrico, termografía y monitoreo de descargas parciales— brindó al autor nuevas competencias para interpretar parámetros y comportamientos asociados al deterioro del aislamiento, sobrecargas o condiciones anómalas presentes en campo. La integración de estos saberes representa uno de los aportes más significativos del proceso formativo, coherente con los lineamientos del sistema de acreditación de saberes, experiencias y competencias.

El análisis realizado permitió, además, constatar el rol fundamental que cumplen las normas internacionales como IEC 60076 y IEEE C57 para estandarizar procesos de diseño, operación y seguridad en transformadores. El reconocimiento del valor de estos marcos técnicos consolidó una postura crítica y profesional frente a la necesidad de su cumplimiento en entornos reales, tanto en redes de distribución como en aplicaciones industriales. Esta comprensión aporta al autor una visión más amplia sobre la importancia de la regulación técnica dentro de los sistemas eléctricos contemporáneos.

Referencias bibliográficas

- ABB. (2020). Transformers: Technical Application Papers. ABB Group. <https://new.abb.com>
- Aguirre, J., & Paredes, L. (2019). Análisis técnico de transformadores de distribución en sistemas eléctricos rurales. *Revista Ingeniería y Energía*, 12(2), 45–58.
- Alvarado, M., & Gutiérrez, R. (2021). Comportamiento de transformadores trifásicos bajo condiciones de carga variable en la industria manufacturera. *Revista Tecnológica Energética*, 18(1), 67–79.
- ANSI/IEEE. (2017). C57.12.00-2017: Standard for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Bollen, M. H. (2019). Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions (2.^a ed.). Wiley-IEEE Press.
- García, F. (2020). Evaluación de transformadores de distribución en sistemas de media tensión. Universidad Politécnica Salesiana.
- IEC. (2018). IEC 60076: Power Transformers. International Electrotechnical Commission.
- Mora, D., & Sánchez, P. (2022). Impacto de la selección de transformadores en pérdidas energéticas de redes de distribución urbanas. *Revista de Sistemas Eléctricos*, 15(3), 112–129.
- Sakar, S., & Das, D. (2020). Power Distribution Engineering: Fundamentals and Applications. CRC Press.
- Schneider Electric. (2021). Guide to Transformer Selection and Protection in Industrial Installations. Schneider Electric Global.
- Siemens Energy. (2019). Power Transformers: Technical Data and Application Guide. Siemens

AG.

Tavares, D., & Cordeiro, H. (2023). Evaluación del desempeño térmico en transformadores trifásicos de potencia sometidos a sobrecargas temporales. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Eléctrica*, 11(4), 201–218