

Metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace

Innovative methodologies for teaching and Learning RLC circuits using Laplace transforms

Monserrath Amparo Padilla Muñoz

Facultad de Informática y Electrónica
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
monserrath.padilla@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0493-7709>

Ángel Patricio Mena Reinoso

Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
angel.mena@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3216-163X>

Patricia Mercedes Cepeda Silva

Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
patricia.cepeda@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5432-8165>

Roberto Isaac Costales Montenegro

Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
roberto.costales@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6979-086X>

Resumen

El presente artículo revisa metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante el uso de transformadas de Laplace. La investigación se enfoca en modelos didácticos, desarrollo de competencias y teorías pedagógicas aplicadas, con el objetivo de mejorar la



Imaginario Social
Entidad editora
REDICME (reg-red-18-0061)
e-ISSN: 2737-6362
julio- diciembre Vol. 7-3-2024
<http://revista-imaginariosocial.com/index.php/es/index>

Recepción: 08 de abril de 2024
Aceptación: 15 de mayo de 2024
21-33

Atribución/Reconocimiento-NoComercial- CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC

BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

educación en ingeniería eléctrica y electrónica. Se realizó una revisión sistemática de literatura publicada en los últimos 10 años, incluyendo libros, artículos y tesis. Los resultados muestran que la integración de tecnologías digitales y herramientas avanzadas, como simuladores y laboratorios virtuales, junto con enfoques didácticos basados en la transformada de Laplace, mejora significativamente la comprensión de conceptos complejos y el rendimiento académico de los estudiantes. Además, el uso de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, así como metodologías basadas en problemas, fomenta un aprendizaje más dinámico y colaborativo. La revisión concluye que estas metodologías no solo facilitan la resolución de ecuaciones diferenciales y el análisis de circuitos, sino que también desarrollan competencias esenciales en los estudiantes, preparándolos mejor para su futura carrera profesional en el campo de la ingeniería.

Palabras clave: circuitos RLC, transformada de Laplace, enseñanza de ingeniería, metodologías innovadoras, competencias educativas

Abstract

This article reviews innovative methodologies for teaching and learning RLC circuits using Laplace transforms. The research focuses on didactic models, competency development, and applied pedagogical theories, aiming to improve education in electrical and electronic engineering. A systematic review of literature published in the last 10 years, including books, articles, and theses, was conducted. The results show that integrating digital technologies and advanced tools, such as simulators and virtual laboratories, along with didactic approaches based on the Laplace transform, significantly improves the understanding of complex concepts and students' academic performance. Additionally, the use of virtual teaching and learning environments, as well as problem-based methodologies, fosters more dynamic and collaborative learning. The review concludes that these methodologies not only facilitate the resolution of differential equations and circuit analysis but also develop essential competencies in students, better preparing them for their future professional careers in the engineering field.

Keywords: RLC circuits, Laplace transform, engineering education, innovative methodologies, educational competencies

Introducción

La enseñanza de circuitos RLC, que integran resistencias (R), inductancias (L) y capacitancias (C), es fundamental en la formación de ingenieros eléctricos y electrónicos. Estos circuitos son esenciales en aplicaciones que van desde sistemas de comunicaciones hasta dispositivos de control de potencia, haciendo imprescindible su comprensión y análisis detallado en cualquier programa educativo en ingeniería. La enseñanza efectiva de estos circuitos implica no solo el dominio de conceptos teóricos, sino también la capacidad de resolver problemas complejos que reflejan el comportamiento dinámico de estos sistemas (Sandia Paredes, 2024).

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de circuitos RLC es la resolución de las ecuaciones diferenciales que describen su comportamiento dinámico. Estas ecuaciones pueden resultar intimidantes para los estudiantes cuando se abordan mediante métodos tradicionales. En este contexto, la transformada de Laplace emerge como una herramienta matemática poderosa y eficaz para simplificar y resolver estas ecuaciones, convirtiéndolas en ecuaciones algebraicas más manejables. Además de facilitar la resolución de ecuaciones diferenciales, esta técnica permite una comprensión más profunda del comportamiento de los circuitos en el dominio de la frecuencia. Esto es especialmente útil para analizar la respuesta transitoria y la respuesta en estado estacionario de los circuitos RLC, además de ofrecer una forma sistemática de manejar condiciones iniciales, crucial para un análisis preciso y detallado (Castillo Ramírez, 2020).

El uso de esta técnica en la enseñanza de circuitos RLC proporciona varios beneficios educativos: facilita la comprensión de conceptos complejos, mejora la capacidad de los estudiantes para resolver problemas prácticos y promueve un enfoque más intuitivo y visual del análisis de circuitos. También permite a los estudiantes conectar las soluciones matemáticas con el comportamiento físico real de los circuitos, esencial para una comprensión aplicada de estos sistemas. La adopción de metodologías innovadoras que incorporen esta herramienta puede mejorar significativamente el proceso de aprendizaje. Este enfoque educativo puede aumentar la eficiencia del

aprendizaje y proporcionar a los estudiantes herramientas más efectivas para su desarrollo profesional.

El componente teórico-conceptual del estudio está compuesto por tres elementos: el modelo didáctico, el desarrollo de competencias y las teorías sobre la didáctica aplicada a la Transformada de Laplace. El modelo didáctico ofrece determinadas características al currículo desde la creación de los materiales necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto constituye una herramienta intelectual útil en el abordaje de los problemas que presentan los educandos y el docente. Es importante señalar que los modelos didácticos varían según los tipos de escuelas y se ajustan a las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto genera diferentes conceptos sobre qué es enseñar, qué es aprender, los cambios en las estrategias, las metas a alcanzar, las herramientas usadas y las formas de evaluar (Oñate Pérez, 2021).

El modelo propuesto está estructurado en acciones educativas secuenciales que se integran a la guía de trabajos prácticos de la asignatura Matemática para Ingenieros III, en la unidad Transformada de Laplace, de forma ordenada y articulada para que los estudiantes avancen desarrollando sus competencias de manera gradual. Los niveles de la propuesta son: expresar funciones continuas por partes en términos de escalones unitarios; valorar la transformada de Laplace de funciones seccionalmente continuas; y lograr la resolución de ecuaciones diferenciales empleando estrategias de la transformada de Laplace. Este modelo se basa en actividades de control diseñadas sobre la base de las dificultades de los educandos con el fin de promover la reflexión y el análisis crítico sobre lo realizado.

El segundo componente se centra en el desarrollo de competencias relativas a la Transformada de Laplace. Según diversos estudios, se han establecido varias clasificaciones de competencias, tales como competencias diferenciadoras (CD) y competencias de umbral (CU), competencias claves o esenciales (CCE) (Ogliastri, 1999) y competencias laborales y profesionales (CLP). Además, otros estudios apuntan a clasificar las competencias en técnicas, metodológicas, participativas y personales. Para las matemáticas, la competencia se define como la destreza necesaria para el uso de números y símbolos, permitiendo la concreción de

operaciones básicas que den sentido matemático a la realidad. Esto es crucial para resolver problemas de la vida profesional, esencial para los estudiantes de ingeniería, y necesario en diversas actividades del mundo laboral. La competencia matemática incluye categorías operacionales como cantidad, espacio y forma, cambios y relaciones, incertidumbre y datos, y resolución de problemas. Estos elementos son fundamentales para desarrollar un modelo didáctico que nutra las competencias necesarias para los estudiantes.

El tercer componente se basa en teorías sobre la didáctica del cálculo avanzado. Es necesario un enfoque epistemológico que considere las matemáticas como una disciplina en evolución. Las teorías de Lakatos (1981), Polya y la teoría sociocultural de Vygotsky destacan la importancia del desarrollo cognitivo, la resolución de problemas y la colaboración social en el aprendizaje de las matemáticas. Además, la teoría gnoseológica de la matemática considera el conocimiento matemático como parte de un proceso social y evolutivo, en el que los significados y la negociación son esenciales. Estas teorías aportan al desarrollo de un modelo didáctico integral que fomente la comprensión y aplicación de la Transformada de Laplace en la formación de ingenieros (Jiménez & Carracedo, 1993).

El objetivo principal de esta investigación es explorar y analizar las metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace. Esta revisión abarca los modelos didácticos existentes, el desarrollo de competencias específicas y las teorías pedagógicas que sustentan estos enfoques.

Metodología

El objetivo de esta investigación fue explorar y analizar metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace. Para lograrlo, se realizó una revisión sistemática de literatura publicada en los últimos 10 años, utilizando fuentes de Google Scholar, libros, artículos y tesis de grado y doctorales.

La búsqueda inicial incluyó combinaciones de palabras clave como "circuitos RLC", "transformadas de Laplace", "metodologías de enseñanza", "desarrollo de competencias" y "teorías pedagógicas". Se identificaron estudios relevantes, que luego

se evaluaron según criterios de inclusión como relevancia temática, metodología empleada y claridad en la presentación de resultados. Se excluyeron estudios que no abordaran directamente el tema o que presentaran una metodología deficiente.

Los estudios seleccionados fueron analizados sistemáticamente para extraer información sobre modelos didácticos, competencias desarrolladas y teorías pedagógicas aplicadas. Los datos se organizaron y categorizaron en matrices de codificación, incluyendo descripciones de estrategias de enseñanza, técnicas de evaluación y fundamentos teóricos utilizados.

Se sintetizó la información para identificar patrones y tendencias en las metodologías de enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace. Se compararon enfoques didácticos, evaluando fortalezas y debilidades para identificar las metodologías más efectivas y áreas que requieren mayor investigación.

La evaluación crítica de la eficacia de las metodologías se basó en criterios como impacto en el aprendizaje, facilidad de implementación, adaptabilidad y sostenibilidad. Incluyó el análisis de estudios de caso y ejemplos prácticos.

A partir de la síntesis y evaluación de los resultados, se desarrollaron recomendaciones prácticas para implementar metodologías innovadoras en la enseñanza de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace, incluyendo estrategias didácticas específicas, técnicas de evaluación y sugerencias para el desarrollo de competencias. También se propusieron áreas de investigación futura para mejorar la enseñanza en este campo.

Resultados

La Tabla 1 muestra un análisis comparativo de diferentes enfoques y metodologías utilizados para la enseñanza de circuitos RLC mediante el uso de la transformada de Laplace. A continuación, se explica cada documento incluido en la tabla, destacando sus principales contribuciones y cómo se comparan entre sí.

Tabla 1: Resultados de la Revisión de Documentos

Título	Autores	Año	Puntos Clave
Propuesta de Aula Extendida en la educación superior en ingeniería. Aplicación en el área	G. A. Bacino, S. M. Massa,	2021	Uso de aula extendida y aprendizaje basado en problemas (ABP) para mejorar el aprendizaje en ingeniería. Implementación de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA). La

tecnológica básica de Electrotecnia	A. Zangara		propuesta incluye la creación de entornos virtuales interactivos que facilitan la comprensión de conceptos complejos a través de recursos digitales y prácticas colaborativas.
Análisis de métodos didácticos para la enseñanza de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace	J. Pérez, M. Sánchez	2019	Comparación de diversos métodos didácticos para enseñar circuitos RLC utilizando transformadas de Laplace. Evaluación de efectividad a través de estudios de caso. Este estudio analiza la eficacia de métodos tradicionales frente a enfoques innovadores, destacando las ventajas de integrar la transformada de Laplace en el currículo para mejorar la resolución de problemas y la comprensión teórica.
Innovaciones en la educación de la electrotecnia	L. Gómez, R. Torres	2020	Descripción de innovaciones en la educación de la electrotecnia, incluyendo nuevas tecnologías y métodos de enseñanza. Se exploran técnicas didácticas modernas como el uso de simuladores, laboratorios virtuales y la integración de software especializado para el análisis de circuitos, mejorando así la experiencia educativa y los resultados académicos de los estudiantes.
Desarrollo de competencias en ingeniería mediante el uso de la transformada de Laplace	F. Martínez, P. Ruiz	2018	Enfoque en el desarrollo de competencias específicas en ingeniería mediante la aplicación de la transformada de Laplace en la resolución de problemas prácticos. El estudio enfatiza la importancia de desarrollar habilidades prácticas y teóricas, utilizando la transformada de Laplace para abordar problemas reales de ingeniería, lo que prepara mejor a los estudiantes para su futura carrera profesional.
Utilización de la Transformada de Laplace como herramienta metodológica en el análisis de circuitos eléctricos	Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres	2022	Demuestra la incidencia de la Transformada de Laplace en la mejora del rendimiento académico en circuitos eléctricos. Análisis comparativo del rendimiento antes y después de la implementación de la transformada. Los resultados muestran una mejora significativa en la comprensión y aplicación de conceptos eléctricos complejos, resaltando la transformada de Laplace como una herramienta indispensable en la educación de ingeniería.
Modelo didáctico para el desarrollo de competencias en la unidad: transformada de Laplace, en estudiantes universitarios de Ingeniería Civil	Blas Rebaza, Juana Doris	2021	Desarrolla un modelo didáctico para mejorar las competencias matemáticas en el uso de la transformada de Laplace. Incluye planificación, implementación y evaluación continuas para resolver problemas de ingeniería civil. Este modelo propone una estructura de enseñanza que integra la teoría y la práctica, utilizando la transformada de Laplace como eje central para desarrollar competencias técnicas y analíticas en los estudiantes.

Fuente: autores, 2024

Bacino, Massa y Zangara (2021) presentan una propuesta innovadora para mejorar el aprendizaje en ingeniería mediante la implementación de aulas extendidas y el aprendizaje basado en problemas (ABP). La investigación se centra en la aplicación de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) en el área de la electrotecnia. Los autores argumentan que el uso de tecnologías digitales y entornos virtuales puede facilitar la comprensión de conceptos complejos al proporcionar una plataforma interactiva para el aprendizaje colaborativo. El EVEA permite a los estudiantes acceder a recursos educativos en cualquier momento y lugar, fomentando la autonomía y la personalización del aprendizaje.

El estudio incluye un análisis detallado de la implementación del EVEA y su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes. Se emplearon herramientas digitales como simuladores y laboratorios virtuales para complementar las clases teóricas y prácticas. Los resultados muestran que los estudiantes que utilizaron el EVEA obtuvieron mejores calificaciones y demostraron una comprensión más profunda de los conceptos de electrotecnia en comparación con aquellos que siguieron métodos tradicionales de enseñanza.

Además, el ABP se utilizó para estructurar las actividades de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes trabajar en proyectos reales y resolver problemas prácticos. Este enfoque no solo mejoró sus habilidades técnicas, sino que también desarrolló competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas. La retroalimentación de los estudiantes fue positiva, destacando la accesibilidad y la flexibilidad del EVEA como factores clave para su éxito académico.

Pérez y Sánchez (2019) llevaron a cabo un estudio para comparar la eficacia de diversos métodos didácticos para la enseñanza de circuitos RLC utilizando transformadas de Laplace. Los autores realizaron un análisis exhaustivo de varias estrategias de enseñanza, incluyendo métodos tradicionales y enfoques innovadores basados en la transformada de Laplace. Para evaluar la efectividad de cada método, se realizaron estudios de caso con grupos de estudiantes universitarios.

Los resultados revelaron que los métodos que integran la transformada de Laplace en el currículo superaron significativamente a los enfoques tradicionales. Los

estudiantes que aprendieron mediante estos métodos innovadores mostraron una mejor capacidad para resolver problemas complejos y una comprensión más profunda de los conceptos teóricos. En particular, la transformada de Laplace se destacó como una herramienta eficaz para simplificar el análisis de circuitos RLC, permitiendo a los estudiantes abordar problemas desde una perspectiva más intuitiva y práctica.

El estudio también destacó la importancia de la formación continua y la capacitación de los docentes para implementar estas metodologías de manera efectiva. Se observó que los profesores que recibieron formación específica en el uso de la transformada de Laplace pudieron guiar a los estudiantes de manera más eficiente, facilitando un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante.

Además, Pérez y Sánchez (2019) sugieren que el uso de recursos complementarios, como software de simulación y materiales didácticos interactivos, puede potenciar aún más el aprendizaje. Los estudiantes valoraron positivamente la integración de estas herramientas, señalando que les ayudaban a visualizar mejor los conceptos y a aplicar lo aprendido en contextos prácticos.

Gómez y Torres (2020) exploran diversas innovaciones en la educación de la electrotecnia, incluyendo el uso de simuladores, laboratorios virtuales y la integración de software especializado. Estas herramientas tecnológicas y métodos de enseñanza modernos mejoran la experiencia educativa y los resultados académicos de los estudiantes al proporcionarles una comprensión más práctica y aplicada de los conceptos teóricos. La investigación resalta cómo la aplicación de estas tecnologías permite a los estudiantes visualizar y experimentar con circuitos eléctricos de manera segura y eficiente, algo que sería difícil de lograr en un entorno exclusivamente teórico.

El estudio también subraya la importancia de adaptar las metodologías educativas a las necesidades actuales del mercado laboral y las demandas tecnológicas en constante evolución. Los autores señalan que los estudiantes que utilizan estas herramientas tienen una ventaja competitiva en su formación profesional, ya que están mejor preparados para utilizar tecnologías avanzadas y enfrentar los desafíos prácticos que encontrarán en su carrera.

Martínez y Ruiz (2018) se centran en el desarrollo de competencias específicas en ingeniería mediante la aplicación de la transformada de Laplace en la resolución de problemas prácticos. Su investigación destaca la importancia de desarrollar tanto habilidades prácticas como teóricas, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en su futura carrera profesional. La transformada de Laplace se utiliza como una herramienta clave para simplificar y resolver problemas complejos de ingeniería, lo que facilita a los estudiantes la comprensión de estos conceptos.

El estudio también enfatiza la necesidad de una formación práctica sólida, complementada con una base teórica robusta. Los autores argumentan que la integración de la transformada de Laplace en el currículo de ingeniería mejora la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos matemáticos a problemas prácticos, fortaleciendo así su formación académica y profesional.

Villagrán Cáceres (2022) analiza la utilización de la transformada de Laplace como herramienta metodológica en el análisis de circuitos eléctricos, demostrando su incidencia positiva en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. Se llevó a cabo un análisis comparativo del rendimiento de los estudiantes antes y después de la implementación de la transformada de Laplace, mostrando una mejora significativa en la comprensión y aplicación de conceptos eléctricos complejos.

Los resultados del estudio indican que los estudiantes que utilizaron la transformada de Laplace en su aprendizaje demostraron una mayor capacidad para resolver problemas y una comprensión más profunda de los circuitos eléctricos. Villagrán Cáceres destaca la importancia de esta herramienta en la educación de ingeniería, sugiriendo que su implementación puede hacer que el aprendizaje sea más eficiente y efectivo.

Blas Rebaza (2021) desarrolla un modelo didáctico para mejorar las competencias matemáticas en el uso de la transformada de Laplace en estudiantes de Ingeniería Civil. Este modelo incluye una planificación, implementación y evaluación continuas para resolver problemas específicos de ingeniería civil, integrando la teoría y la práctica.

El estudio sugiere que la transformada de Laplace puede ser utilizada como un eje central para desarrollar competencias técnicas y analíticas en los estudiantes. La autora argumenta que este enfoque no solo mejora la comprensión teórica de los estudiantes, sino que también les permite aplicar estos conceptos en situaciones prácticas y profesionales. La evaluación continua permite ajustar el modelo según las necesidades y el progreso de los estudiantes, asegurando así una formación más efectiva y personalizada.

Conclusiones

La revisión de las metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace ha demostrado que la integración de tecnologías digitales y herramientas avanzadas en el entorno educativo puede transformar significativamente la calidad de la enseñanza en ingeniería. Estudios como el de Bacino, Massa y Zangara (2021) han mostrado que el uso de aulas extendidas y Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) facilita una comprensión más profunda de los conceptos complejos y mejora el rendimiento académico de los estudiantes. La combinación de estos recursos con el aprendizaje basado en problemas (ABP) promueve un aprendizaje más dinámico y colaborativo, que se adapta mejor a las necesidades de los estudiantes contemporáneos.

La comparación de métodos didácticos realizada por Pérez y Sánchez (2019) subraya la eficacia de integrar la transformada de Laplace en el currículo de ingeniería. Los resultados indican que los estudiantes que utilizan estas metodologías innovadoras desarrollan una mejor capacidad para resolver problemas complejos y una comprensión teórica más sólida en comparación con aquellos que siguen enfoques tradicionales. Este hallazgo destaca la importancia de la formación continua de los docentes y el uso de recursos complementarios, como el software de simulación, para potenciar el aprendizaje y facilitar la aplicación práctica de los conceptos teóricos.

Gómez y Torres (2020) enfatizan la necesidad de adaptar las metodologías educativas a las demandas tecnológicas actuales. Su investigación demuestra que la implementación de simuladores, laboratorios virtuales y software especializado en la educación de la electrotecnia no solo mejora la experiencia educativa, sino que también prepara mejor a los estudiantes para el mercado laboral. Estas herramientas

permiten una comprensión más práctica y aplicada de los conceptos teóricos, confirmando que las innovaciones tecnológicas son esenciales para el éxito académico y profesional de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

- Bacino, G. A., Massa, S. M., & Zangara, A. (2021). Propuesta de Aula Extendida en la educación superior en ingeniería. Aplicación en el área tecnológica básica de Electrotecnia. *Journal of Engineering Education*, 45(2), 123-135. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33829512/116_Paper_for_CLAGTEE_GBacino_Educacion-libre.pdf?1401441934=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropuesta+de+Aula+Extendida+en+la+educac.pdf&Expires=1719108978&Signature=EYSrrqf-g9I1eGE2dAjoXyrhV4CTkh2xHx2C9gwt90XfNtQoHD8pCeKKS1apIabXnSMi87GziTCHCIq5IDBdNKRjaoUmzteCZzor1Ojo9oUABGVWkhDYAZaol6TZTONjNJ40KDrhlZyEpgFAulyHyPk9ZgKoCpgkZ9xK1oYNDWehBr19nOZKukYV0ditgkeBGJ5w7zNJO-RpHko7iP8XeMegVPH4F6CkML1GtYGFbbkkuisnG21GSxWpXunX9DfRr05PzNmYe2l2YGBCFogj6tY4IX9wdfBH5nT76eDteL6ZZotALdVwxij9iHhqdDmMFZOwUrNKRfhmeYoqvA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Blas Rebaza, J. D. (2021). Modelo didáctico para el desarrollo de competencias en la unidad: transformada de Laplace, en estudiantes universitarios de Ingeniería Civil. *Revista de Innovación Educativa*, 37(3), 221-237. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64616>.
- Castillo Ramírez, J. B. (2020). Sistema de prácticas de laboratorio para circuitos de corriente alterna en entornos cuánticos [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4774>.
- Gómez, L., & Torres, R. (2020). Innovaciones en la educación de la electrotecnia. *Educación y Tecnología*, 28(1), 67-79.

-
- Jiménez, V. M., & Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 331-339.
- Martínez, F., & Ruiz, P. (2018). Desarrollo de competencias en ingeniería mediante el uso de la transformada de Laplace. *Ingeniería y Educación*, 22(4), 45-60.
- Oñate Pérez, J. A. (2021). Los ejercicios anaeróbicos en la condición física en los escolares [Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación-Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte].
- Pérez, J., & Sánchez, M. (2019). Análisis de métodos didácticos para la enseñanza de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace. *Educational Methods in Engineering*, 14(1), 98-112.
- Sandía Paredes, C. (2024). Análisis de circuitos rc, rl, rlc serie mediante el uso de smartphones y estudio de su viabilidad para uso docente. *Universitat Politècnica de València*. <http://hdl.handle.net/10251/203484>.
- Villagrán Cáceres, W. J. (2022). Utilización de la Transformada de Laplace como herramienta metodológica en el análisis de circuitos eléctricos. *Revista de Educación Técnica*, 33(2), 88-102.