

La formación práctica del estudiante de ingeniería eléctrica en el laboratorio de circuitos eléctricos

The practical training of the electrical engineering students at the laboratory of electrical circuits

Maykop Pérez Martínez¹, Josnier Ramos Guardarrama², Yohan Guilarte Frómeta³,
Janette Santos Baranda⁴

^{1-2,4} Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE. Cuba

¹Correo electrónico: maykop@electrica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3073-1675>

²Correo electrónico: josnier@electrica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8796-8481>

³ESINES, Cuba.

Correo electrónico: guilarteguilartheyohan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9864-1556>

⁴Correo electrónico: jsantos@tesla.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0225-5926>

Recibido: 29 de agosto de 2022

Aceptado: 25 de octubre 2022

Resumen

Una de las premisas de la actual transformación curricular llevada a cabo en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE, es que en la actividad académica esté presente el vínculo teoría – práctica, para de esta forma lograr que los estudiantes aprendan a aplicar los conocimientos en situaciones prácticas, a manejar instrumentos y equipos, así como a realizar prácticas de laboratorio sobre bases teóricas para el desarrollo de habilidades profesionales necesarias en su desempeño futuro. El objetivo del artículo es proponer el diseño de siete prácticas de laboratorios con instrumentos reales que ayudarán a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de ingeniería eléctrica. El estudio se basó en una metodología descriptiva en la que se utilizaron los métodos analítico–sintético e inductivo–deductivo y como métodos empíricos se empleó la encuesta. Para el procesamiento y análisis de la información recopilada se utilizó como método estadístico el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas.

La investigación se desarrolló en la carrera de Ingeniería Eléctrica con una muestra de 40 estudiantes de segundo año que representan el 58 % de la matrícula total que cursaron las asignaturas de Circuitos Eléctricos. Los resultados que se obtienen corroboran la importancia de utilizar las prácticas de laboratorios con instrumentos reales para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos a través del vínculo teoría-práctica, así como la formación práctica de los estudiantes de ingeniería eléctrica.

Palabras clave: Prácticas de laboratorios, proceso de enseñanza–aprendizaje, relación teoría-práctica, Circuitos Eléctricos.

Abstract

One of the premises of the current curricular transformations carried out in the Electrical Engineering career at the “José Antonio Echeverría” Technological University of Havana, CUJAE, is that the relationship between theory and practice is present in the academic activity. Thus, the students can learn to apply knowledge to practical situations, effectively handle instruments and equipment, as well as carry out laboratory practices on theoretical bases for developing the professional skills required by their future performance. This article is aimed at proposing the design of seven laboratory practices with real instruments that will help to improve the teaching-learning process of electrical engineering students. The study was based on a descriptive methodology in which the theoretical analytical-synthetic and inductive-deductive methods were used and the survey was used as an empirical method. For the processing and analysis of the information collected, the statistical method was used to calculate absolute and relative frequencies. The research sample consisted of 40 second-year students that represented 58% of the total students enrollment that studied the Electrical Circuits subject. The results corroborated the importance of using laboratory practices with real instruments to improve the teaching-learning process of the Electrical Circuits subject by relating theory to the practical training of electrical engineering students.

Keywords: Laboratory practices, teaching-learning process, theory and practice relation, Electrical Circuits

Licencia Creative Commons



Introducción

De acuerdo con lo planteado por la referencia [1] la ingeniería es una profesión que sitúa su objeto de trabajo entre la tecnología y la ciencia, por lo que el ingeniero en su actividad profesional constantemente crea, utiliza, desarrolla o transforma radicalmente un conjunto de tecnologías, debido a esto se hace necesario que los contenidos impartidos en las carreras de ingeniería estén en constante actualización, no solo desde el punto de vista pedagógico sino también de la integración en los mismos de las tecnologías utilizadas en la práctica de la ingeniería actual.

En ese sentido en la referencia [2] se plantea que las universidades actualmente enfrentan el gran reto de ampliar su capacidad de respuesta a las exigencias sociales, a las crecientes demandas que afrontan los profesionales en formación, que deben ser capaces de insertarse plenamente en los procesos sociales, productivos y científicos en un contexto caracterizado por las desigualdades económicas, los constantes cambios tecnológicos y la amplia diversidad sociocultural.

En correspondencia con lo anteriormente planteado, se implementó en el año 2018, en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, el plan de estudios "E" como resultado del proceso de perfeccionamiento curricular que se realiza en la Educación Superior, entre sus bases conceptuales se plantea, de acuerdo con las orientaciones del Ministerio de Educación Superior, la necesidad que en la actividad académica esté presente el vínculo teoría-práctica, es decir, que los estudiantes aprendan a aplicar los conocimientos en situaciones prácticas, a manejar instrumentos y equipos, así como a realizar prácticas de laboratorio sobre bases teóricas para el desarrollo de habilidades profesionales necesarias en su desempeño futuro.

Como consecuencia, en el modelo del profesional del ingeniero electricista, recogido en documento ejecutivo para el plan de estudio "E" de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, se plantea que: "El ingeniero electricista es un profesional de perfil amplio que desarrolla sus tareas en prácticamente todas las actividades económicas del país, pero con mayor peso en la rama eléctrica. Su objeto de trabajo es el conjunto de los medios técnicos (equipos, instalaciones y sistemas) empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Las esferas de actuación de este profesional son: plantas generadoras de energía, las redes eléctricas de cualquier nivel

de tensión, considerando las subestaciones eléctricas y los medios de protección de sistemas electroenergéticos, los accionamientos eléctricos de cargas mecánicas industriales y la enseñanza y pedagogía.”

En tal sentido, las asignaturas de Circuitos Eléctricos constituyen la base fundamental del ingeniero electricista, en las cuales se estudian las leyes y métodos generales de análisis de los circuitos eléctricos, adquiriéndose en el proceso de enseñanza - aprendizaje, todas las habilidades teórico - prácticas necesarias para su utilización en otras disciplinas y en la vida profesional, así como la confrontación y verificación de la fundamentación teórica, lo cual forma en el estudiante un método científico de trabajo. Por su parte los autores de la referencia [3] plantean que las prácticas de laboratorios tienen como meta que el estudiante aprenda aspectos de la teoría de circuitos eléctricos con los cuales va a enfrentarse en el ejercicio profesional, independientemente del contexto laboral en que se desempeñe. Es importante entender que el ingeniero, en un ambiente productivo, se va a enfrentar con problemas que no necesariamente serán de su perfil profesional y precisamente por ello, deben tener la preparación y la capacidad suficiente para resolverlos.

Además, los autores de las obras [4] y [5] afirman que la práctica de laboratorio con instrumentos reales es la mejor oportunidad para comprobar si los conceptos teóricos han sido bien enseñados por parte de los profesores y aprendidos por los estudiantes, pues la práctica es el contacto con la realidad y la realidad de la ingeniería está por fuera de las aulas, el ingeniero en el mundo laboral aprende haciendo.

En ese sentido, es necesario que la universidad tome la iniciativa de crear un ambiente de enseñanza - aprendizaje donde la formación práctica adquiera un papel preponderante y no dejar esta acción y responsabilidad a las empresas del sector productivo.

En la particularidad de la Ingeniería Eléctrica, existen disímiles aspectos teóricos que necesitan, para su comprensión, actividades prácticas de laboratorios que reflejen toda esa teoría enseñada en el aula.

Es importante destacar que estas actividades prácticas de laboratorio deben estar diseñadas donde el estudiante ponga a prueba su sentido crítico, la observación del fenómeno, la capacidad de resolver problemas en el acto mismo, la posibilidad de

escribir y redactar un informe con conclusiones que apunten a la construcción de conocimientos en su área específica de formación y, finalmente, ser un contexto para fortalecer el autoaprendizaje, el aprendizaje significativo, el trabajo investigativo y colaborativo de los estudiantes.

Actualmente, los laboratorios de circuitos eléctricos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica presentan deficiencias constructivas y técnicas para garantizar un servicio adecuado en las prácticas de laboratorio de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, por lo es necesario diseñar un sistema de prácticas de laboratorios a partir de los recursos existentes, que permitan mejorar el proceso de enseñanza –aprendizaje, de forma tal que se garantice una adecuada apropiación de los conocimientos y habilidades prácticas relacionadas con estas asignaturas.

Por tal motivo, el trabajo que se presenta tiene como antecedente la necesidad de incrementar las horas dedicadas a la experimentación práctica en el laboratorio, por lo que el objetivo es diseñar prácticas de laboratorio con instrumentos reales que ayudarán a mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

La investigación se desarrolló en la carrera de Ingeniería Eléctrica, para estudiantes de segundo año, de la Universidad Tecnológica de La Habana, y sus resultados fueron evaluados a partir de entrevistas estructuradas.

Materiales y métodos

A partir del objetivo declarado en la investigación, fue necesario la comprobación de los estudios teóricos existentes y la búsqueda de los conocimientos científicos acumulados en torno al desarrollo, evolución y mejoramiento del proceso de enseñanza–aprendizaje de la ingeniería, específicamente del empleo de las prácticas de laboratorio con instrumentos reales en las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

El estudio se basó en una metodología descriptiva en la que se utilizaron los métodos del nivel teórico analítico–sintético e inductivo–deductivo para examinar las posiciones teóricas existentes en cuanto a las metodologías utilizadas en las prácticas de laboratorio reales en las carreras de ingeniería.

Como método del nivel empírico fue aplicada la entrevista estructurada para conocer las opiniones de los estudiantes acerca de la utilidad del sistema de prácticas de laboratorio con instrumentos reales que se propone para mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

También se realizaron reuniones metodológicas en la disciplina con el fin de identificar cuales serían las prácticas de laboratorio a implementar a partir de los objetivos y los contenidos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos a partir de los recursos materiales existentes en el laboratorio.

La población estuvo compuesta por 40 estudiantes de segundo año que representan el 58 % de la matrícula total que cursaron las asignaturas de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, en el período 2022.

Como método estadístico se utilizó el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas para el procesamiento y análisis de la información obtenida en las entrevistas realizadas.

Resultados

A partir del análisis del modelo del profesional planteado en el documento rector para el plan de estudios "E" de la carrera de ingeniería eléctrica, de los objetivos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, de las experiencias de los cursos anteriores, de los estudios desarrollados por los autores de las obras [4] y [6] y de los recursos técnicos de infraestructura que se ofrecen en el laboratorio como por ejemplo la estación de laboratorio para mediciones eléctricas mostrada en la figura 1, se procedió a diseñar las prácticas de laboratorio con instrumentos reales que facilitarán una participación activa de los estudiantes, así como mejorar su autoaprendizaje, el aprendizaje autónomo y colaborativo.



Figura 1. Estación de laboratorio para mediciones de circuitos eléctricos. Fuente: elaboración propia

Se debe aclarar que las estaciones de mediciones están equipadas con fuentes de tensión variables, y fuentes de tensión fijas de 5 V y 12 V, también poseen instrumentos de medición como voltímetros y amperímetros.

Por otro lado, además de las prestaciones que tiene la estación de medición se cuenta con módulos especializados independientes por ejemplo el mostrado en la figura 2, el cual posee la configuración de seis tipos de amplificadores operacionales los cuales son: amplificador proporcional inversor, amplificador integrador, amplificador diferenciador, amplificador operacional filtro pasa bajo de segundo orden, amplificador comparador de tensión y amplificador oscilador de onda sinusoidal con puente RC.



Figura 2. Módulo especializado de amplificadores operacionales para mediciones eléctricas de circuitos operacionales. Fuente: elaboración propia.

De estos análisis, se determinó que las prácticas de laboratorio que se pueden implementar para evaluar las potencialidades de la estación de mediciones eléctricas de circuitos y de esta forma mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos a partir de la formación práctica del estudiante de ingeniería eléctrica en el laboratorio, estas fueron:

- Práctica de laboratorio # 1: Análisis de comportamiento del amplificador operacional proporcional inversor.
- Práctica de laboratorio # 2: Análisis de comportamiento del amplificador operacional integrador.
- Práctica de laboratorio # 3: Análisis de comportamiento del amplificador operacional diferenciador.
- Práctica de laboratorio # 4: Análisis de comportamiento del amplificador operacional filtro pasa bajo de segundo orden.

- Práctica de laboratorio # 5: Análisis de comportamiento del amplificador operacional comparador de tensión.
- Práctica de laboratorio # 6: Análisis de comportamiento del amplificador operacional oscilador de onda sinusoidal con puente RC.
- Práctica de laboratorio # 7: Comprobar mediante el método práctico de mediciones eléctricas las leyes de Kirchhoff y los divisores de tensión y corriente.
- Práctica de laboratorio # 8: Comprobación del método de superposición mediante el método analítico y mediante el método práctico de mediciones eléctricas.

Se debe señalar que por la cantidad de estudiantes en 2do año las prácticas tienen una duración de 45 minutos frente al laboratorio, las cuales se realizarán en equipos de 3 estudiantes por práctica y se evalúa mediante la entrega de un informe de laboratorio, el cual de acuerdo con la referencia [7] tiene la estructura siguiente:

- Carátula con nombre de la asignatura, número y título del laboratorio, los nombres de los estudiantes, el número de la lista, el grupo y la fecha.
- Resumen.
- Introducción.
- Problema científico.
- Objeto de trabajo.
- Objeto de investigación.
- Objetivos generales.
- Objetivos específicos.
- Hipótesis.
- Desarrollo con las tablas de datos y de resultados, las figuras, etcétera.
- Conclusiones.
- Bibliografía consultada para realizar el informe.
- Anexos, si se consideran necesarios.

Para desarrollar el informe de laboratorio los estudiantes deben consultar los libros de textos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, al profesor como tutor y guía del proceso de enseñanza–aprendizaje, a su grupo de trabajo y a los conceptos teóricos adquiridos en otras asignaturas.

Solución de la propuesta de práctica de laboratorio # 8

A modo de ejemplo se muestra el desarrollo de la práctica de laboratorio # 8, que tiene como objetivo comprobar mediante los métodos analítico y práctico de mediciones eléctricas el teorema de superposición en circuitos eléctricos sencillos, para lo cual se pide la lectura del amperímetro representado en la figura 3.

El circuito eléctrico propuesto para la práctica de laboratorio es el mostrado, como ya se mencionó, en la figura 3, el cual consta de dos fuentes de tensión de 5 V y 9,2 V respectivamente, una resistencia de 1 k Ω , en serie con dos resistencias de 120 Ω y 240 Ω respectivamente.

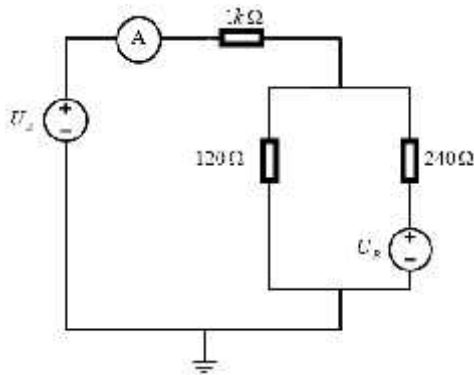


Figura 3. Circuito eléctrico sencillo propuesto para su implementación y análisis en la práctica de laboratorio # 8. (Fuente: elaboración propia).

Se debe destacar que el mediante el método analítico el circuito será analizado en conjunto entre el profesor y los estudiantes para después pasar a su implementación práctica en la estación de laboratorio que se mostró en la figura 1.

Solución analítica

Para la resolución se propone la metodología siguiente, primeramente se le recuerda al estudiante lo que plantea el teorema de superposición, que no es más que para determinar el valor total de una variable del circuito basta con calcular o medir el aporte de cada fuente independiente y después sumarlos, a continuación, se muestra el mapa conceptual de la figura 4 en el cual se plantea la metodología propuesta. Una vez explicado el método analítico el equipo de estudiantes a partir del esquema mostrado en la figura 3 deben implementarlo en la estación de laboratorio siguiendo la siguiente técnica operatoria.

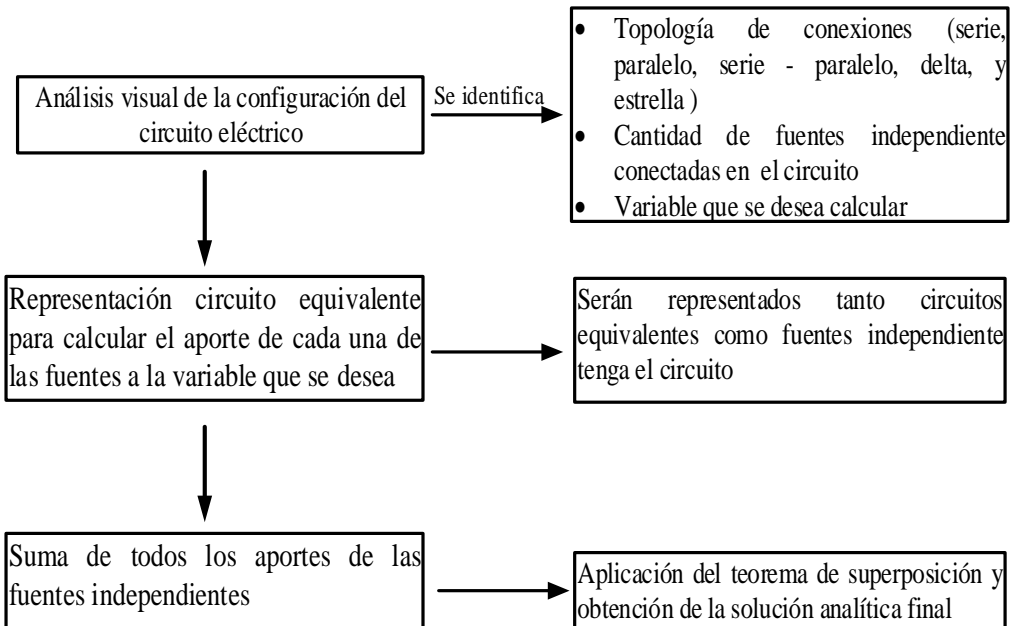


Figura 4. Metodología para aplicar el teorema de superposición en circuitos eléctricos sencillos. Fuente: elaboración propia.

Técnica Operatoria

1-. Para la realización de esta práctica se utilizarán dos fuentes de tensión variables, el voltímetro, el amperímetro y las resistencias que posee la estación de carga que estas son como ya se mencionó de 1 k , 120 y 240 respectivamente.

2-. Con la orientación del profesor se implementará el circuito mostrado de la figura 3 en la estación de laboratorio, quedando finalmente como se muestra en la figura 5.

3-. Para energizar la estación de laboratorio el profesor debe revisar las conexiones y si todo está bien instalado se energizará, es importante destacar que se realizarán preguntas teóricas orales acerca de la conexión de los instrumentos de medición y elementos del circuito.

4-. Aplicación del teorema de superposición y anotación de los resultados, en las figuras 6 y 7 se muestran estos resultados.

Se debe agregar que después de culminada esta práctica de laboratorio el estudiante puede comprobar los resultados analíticos con las mediciones, aspecto que le ayuda a vinculación de la teoría con la práctica, además de adquirir habilidades en las mediciones con instrumentos reales de las magnitudes eléctricas.



Figura 5. Circuito eléctrico sencillo de la práctica de laboratorio # 8 implementado en la estación de laboratorio. Fuente: elaboración propia.

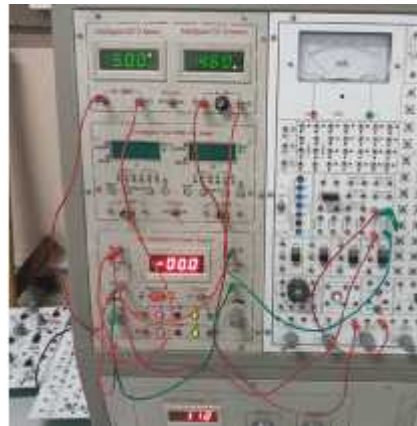


Figura 6. Circuito eléctrico sencillo de la práctica de laboratorio # 8 implementado en la estación de laboratorio midiendo el aporte de la fuente de 5 V. Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Circuito eléctrico sencillo de la práctica de laboratorio # 8 implementado en la estación de laboratorio midiendo el aporte de la fuente de 9,2 V. Fuente: elaboración propia.

Discusión de resultados

El formulario que sirvió de guía para la realización de la entrevista fue estructurado de la forma siguiente:

Pregunta 1. ¿Considera que las actividades de prácticas de laboratorio le ayudaron a mejorar el aprendizaje de los contenidos teóricos, así como el desarrollo de habilidades?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la Pregunta No 1. Fuente: elaboración propia

Respuesta	Frecuencia	%
Sí	38	95
No	0	-
En alguna medida	2	5
Total	40	100

Análisis e interpretación: Se observa que el 95% de los estudiantes entrevistados, lo que representan el 55% de los estudiantes matriculados, consideran que las prácticas de laboratorios con instrumentos reales los ayudó a mejorar el aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y a desarrollar habilidades prácticas de la profesión, pues decir de ellos mismos, en el laboratorio aprendieron a medir con instrumentos reales las diferentes magnitudes estudiadas en clases. Por otro lado, solo el 5% afirman que las prácticas de laboratorio los ayudó en alguna medida, fundamentando principalmente por la falta de destreza a la hora de realizar las mediciones, aspecto que se debe estudiar en investigaciones futuras para corregirlo. De estos resultados puede inferirse que las prácticas de laboratorio con instrumento reales ayudó en gran medida al mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

Pregunta No. 2. ¿Las prácticas de laboratorio con instrumentos reales lo motivó por la carrera?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la Pregunta No 2. Fuente: elaboración propia

Respuesta	Frecuencia	%
Sí	40	100
No	0	-
En alguna medida	0	-
Total	40	100

Análisis e interpretación: El 100% de los estudiantes entrevistados afirman que el vínculo de la teoría con la práctica mediante las prácticas de laboratorio los motivó por la profesión pues no solo vinculan los contenidos estudiados en clases sino también aprenden a medir con instrumentos reales las magnitudes que caracterizan un circuito eléctrico, además también son aplicados casos de estudios reales de la profesión como por ejemplo las diferentes configuraciones de circuitos eléctricos analógicos con el empleo de amplificadores operacionales.

Pregunta No. 3. ¿La realización de las prácticas de laboratorio lo ayudó a intercambiar conocimientos y habilidades con sus compañeros?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la Pregunta No 3. Fuente: elaboración propia

Respuesta	Frecuencia	%
Sí	40	100
No	0	-
En alguna medida	0	-
Total	40	100

Análisis e interpretación: El 100 % de los estudiantes argumentan que la formación de equipos para realizar las prácticas de laboratorio los ayudó a intercambiar información entre ellos en cuanto el montaje y utilización de las prácticas y los instrumentos de medición. Con este resultado se evidencia que la formación de equipos para la realización de las prácticas mejora el aprendizaje colaborativo y significativo de los estudiantes, sobre todo cuando se aplican en situaciones problémicas relacionadas con la profesión.

Pregunta No. 4. ¿Considera que las prácticas de la laboratorio lo ayudó a su formación práctica?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 4

Tabla 4. Resultados de la Pregunta No 4. Fuente: elaboración propia

Respuesta	Frecuencia	%
Sí	40	100
No	0	-
En alguna medida	0	-
Total	40	100

Análisis e interpretación: El 100 % de los estudiantes afirman que las prácticas de laboratorio los ayuda a mejorar su formación práctica y profesional pues en ella aprenden a conectar físicamente voltímetros, amperímetros y oscioscopios en configuraciones de circuitos eléctricos serie, paralelo y serie -paralelo, a partir de las medidas de protección contra choque eléctrico estudiadas como preparación a las prácticas de laboratorio.

Del análisis de los resultados de las entrevistas realizadas, después de implementar las prácticas de laboratorios propuestas, se constata que se logra un vínculo teoría – práctica mejorándose el proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos con un enfoque basado en problemas, también se desarrollan habilidades prácticas en los estudiantes así como el aprendizaje colaborativo y significativo, lo que propicio mayor motivación por la carrera de Ingeniería Eléctrica. Si se comparan los resultados docentes del curso 2020 -2021 de la asignatura de Circuitos Eléctricos I con el actual curso 2022 se evidencia un 30% mayor de promoción en este último en el cual se implementaron las prácticas de laboratorio, es decir, estudiantes aprobados sin revalorización ni extraordinario. Resultados similares se muestran en las obras de autores desarrolladas en las referencias [8], [9] y [10].

Conclusiones

La realización de prácticas de laboratorio con instrumentos reales mejora los resultados del aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, ya que posibilita mayor vínculo entre la teoría y la práctica.

Por otro lado, se adquieren habilidades prácticas para diseñar e implementar diferentes configuraciones de circuitos eléctricos. También se adquieren habilidades prácticas en el manejo, operación y cuidado de distintos aparatos de medición utilizados como multímetros, voltímetros, amperímetros y osciloscopios. Además se desarrollan habilidades en la presentación de informes y el análisis de resultados.

Con esta experiencia se demuestra que es posible desarrollar e implementar, sin altos costos, metodologías de enseñanza -aprendizaje afines con los nuevos paradigmas de la educación superior cumpliendo con el actual modelo del profesional, de forma tal que se mejoren las competencias que la sociedad exige a los ingenieros para su buen desarrollo profesional.

Referencias bibliográficas

1. Castañeda Hevia EA. Pedagogía, Tecnologías digitales y Gestión de la Información y el conocimiento en la enseñanza de la ingeniería. Primera Edición. La Habana: Editorial Félix Varela; 2013.
2. Sierra RV. El proceso de formación del profesional en la educación superior basado en competencias: El desafío de su calidad, en busca de una mayor integralidad de los egresados. Civilizar [Internet]. 2010;10(18):117–34. Disponible en: <https://revistas.usergioarboleda.edu.co/index.php/ccsh/article/view/50/48>
3. Martínez MP, del Sol DG, Alfonso ED, Areu OH, Baranda JS. Construcción de maquetas para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de los circuitos eléctricos. Universidad y Sociedad [Internet]. 2022;14(1):462–73. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2579/2525>
4. Cruz JC, Valencia JF. La formación práctica del ingeniero electrónico en el laboratorio. Revista Científica Guillermo de Ockham [Internet]. 2005;3(1):115–30. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105316842007>
5. Villegas JS, Román PE, Mora C, Sánchez RS. Actividades experimentales para la enseñanza y aprendizaje del análisis de circuitos eléctricos. Lat Am J Phys Educ [Internet]. 2019;14(2):1–8. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337199994_Actividades_experimentales_para_la_ensenanza_y_aprendizaje_del_analisis_de_circuitos_electricos.
6. Llamo Laborí SH, Fuentefrías AS, Martínez MP. Propuesta didáctica de una maqueta interactiva para explicar el comportamiento de las líneas de transmisión de energía eléctrica. Modelling in Science Education and Learning. 2020;13(2):5–19.
7. Martínez MP, Guardarrama JR, Baranda JS, Freire RCS. Use of Scilab software as a didactic tool in electrical circuits laboratory practices. Ingeniería Energética [Internet]. 2022;43(3):1–9. Disponible en: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/696/849>.
8. Garcell KC, de Armas Águila Y, Méndez AB, Ricardo IF, Fraga BA. Pertinencia de los laboratorios de simulación como herramienta de educación avanzada en salud. Revista Cubana de Medicina Militar [Internet]. 2022;51(2):1–14. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1661/1293>

9. Collazo ZSL, Martínez MP. Empleo del simulador Edison como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos. Tecnología Educativa [Internet]. 2020;5(1). Disponible en: <https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/205/147>
10. Martínez MP, Collazo ZSL, Baranda JS, Fuentefria AS. Potencialidades de la app EveryCircuit en las prácticas del laboratorio de Circuitos Eléctricos en la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana. Modelling in Science Education and Learning [Internet]. 2021;14(2):43–51. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/15005/14192>

Contribución de autoría

Los cuatro autores participaron de forma equitativa en las etapas de diseño de la investigación, recolección de datos, procesamiento, análisis y elaboración del texto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Autores

Maykop Pérez Martínez. Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor Auxiliar, jefe de departamento docente y jefe de disciplina de Circuitos Eléctricos Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE. Cuba.

Josnier Ramos Guardarrama. Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor Auxiliar, Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE. Cuba.

Yohan Guilarte Frómeta. Especialista empresa ESINES sistema de ingenieros, Cuba.

Janette Santos Baranda. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular. Directora del Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA), Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE. Cuba.

