

Entornos virtuales para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de los circuitos eléctricos

Virtual environments to improve the teaching process - learning electrical circuits

M. Sc. Maykop Pérez Martínez*

<maykop@electronica.cujae.edu.cu>

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

Josnier Ramos Guardarrama**

<josnier@electronica.cujae.edu.cu>

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

* y ** Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Cuba.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es proponer y evaluar la efectividad de aplicaciones educativas basadas en el software de código abierto Scilab, diseñadas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos mediante la simulación y programación como método. Estas aplicaciones se desarrollarán con el fin de mejorar la comprensión de los conceptos teóricos y prácticos de estas asignaturas, y se evaluará su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Estas aplicaciones desarrolladas se incorporan al curso ya existente en la plataforma interactiva MOODLE perteneciente a la universidad para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en entornos virtuales. La investigación se realizó en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Cuba.

Palabras claves: entornos virtuales, circuitos eléctricos, Scilab.

ABSTRACT

The objective of this study is to propose and evaluate the effectiveness of educational applications based on the open source software Scilab, designed to improve the teaching-learning process of electrical circuits through simulation and programming as a method. These applications will be developed in order to improve the understanding of the theoretical and practical concepts of these subjects, and their impact on student learning will be evaluated. These developed applications are incorporated into the existing course on the MOODLE interactive platform belonging to the university to improve the teaching-learning process based on virtual environments. The research was carried out in the Electrical Engineering career in the Technological University of Havana, Cuba.

Keywords: virtual environments, electrical circuits, Scilab.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las universidades enfrentan el gran reto de ampliar su capacidad de respuesta a las exigencias sociales, a las crecientes demandas que afrontan los profesionales en formación, productivos y científicos en un contexto complejo, caracterizado por las desiguales situaciones económicas, los vertiginosos cambios tecnológicos y la amplia diversidad sociocultural^{1, 2, 3}

Además, los retos de la Educación Superior para el Siglo XXI plantean la necesidad de un nuevo proceso educativo, fundamentado en los principios de excelencia, calidad y pertinencia. Los propios autores argumentan que uno de los retos que se han planteado en muchos países en los últimos años representa la calidad de la formación y superación de los recursos humanos. Este proceso ha estado vinculado directamente a los cambios políticos, económicos y sociales que se han generado en los diferentes países, donde el desarrollo social, de la ciencia (y por ende la tecnología), la técnica, la práctica y la investigación, han obligado a aplicar, no en el discurso, sino en la práctica efectiva, los conceptos de eficiencia, calidad y exigencia en los procesos educativos que realizan las universidades, cada vez más comprometidas y en interacción con la sociedad.

En ese sentido autores como^{4,5,6,7} y ⁸ plantean que uno de los retos que la Educación Superior persigue, es el de formar estudiantes autónomos que innoven ante las necesidades cambiantes de la sociedad, además afirman que en la universidad contemporánea se postula un nuevo rol docente: un profesor gestor del conocimiento, que diseña y organiza situaciones de enseñanza – aprendizaje profesionalizadas, que ofrece recursos para buscar, sistematizar e interpretar la información, que facilita y estimula el aprendizaje autónomo, colaborativo, significativo y profesionalizado, que orienta, guía y tutora académica y profesionalmente a los estudiantes, es decir, un profesor que impulsa el aprender a aprender.

Ello implica, como plantea⁹ y ¹⁰ que el proceso de formación profesional que tiene lugar en las universidades debe desplazar el centro de atención de la adquisición de conocimientos y habilidades a la formación integral de la personalidad del estudiante, y además de la concepción del estudiante como objeto de la formación profesional, a la de sujeto de su formación profesional, para posibilitar de esta forma en el estudiante un aprendizaje autónomo, autorregulado, colaborativo, significativo y profesionalizado, basado en el desarrollo de habilidades de pensamiento, investigativas, de reflexión y de la autocrítica.

En este sentido el perfeccionamiento continuo de la Educación Superior Cubana brinda especial atención a ello, todo lo cual queda plasmado en el Reglamento para el Trabajo Docente y

Metodológico, Resolución Ministerial 2/2018 en el que se plantea en su Artículo 3: El modelo de formación del profesional de la Educación Superior cubana es de perfil amplio y se sustenta en dos ideas rectoras fundamentales:

- a) La unidad entre la educación y la instrucción, que expresa la necesidad de educar al hombre a la vez que se instruye.
- b) El vínculo del estudio con el trabajo, que consiste en asegurar desde el currículo el dominio de los modos de actuación del profesional, en vínculo directo con su actividad profesional.

Es importante señalar que este modelo de formación presenta características propias para cada generación de planes de estudio, como consecuencia de los cambios científico-técnicos, socioeconómicos y culturales, del escenario nacional e internacional, así como en respuesta a las demandas y necesidades del país.

Consecuentemente con lo antes planteado y de acuerdo con las premisas fundamentales para el diseño de los planes de estudio “E” orientadas por el Ministerio de Educación Superior, en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae; se está llevando a cabo una transformación curricular la cual tiene como bases conceptuales¹¹:

- **“Mayor nivel de esencialidad en los contenidos de las disciplinas:** en la disciplina debe existir la unidad de la lógica interna de la ciencia con la lógica del proceso de enseñanza aprendizaje, garantizando una formación teórica dentro de su ámbito del saber y una aplicación de estos conocimientos en la resolución de problemas (vínculo ciencia – profesión).
- **Lograr una integración adecuada entre las actividades académicas, laborales e investigativas:** la integración entre los tres tipos de actividades debe hacerse efectivo en las diferentes formas organizativas del proceso docente educativo, con énfasis en lo profesional. El componente investigativo estará presente en las actividades curriculares y extracurriculares, fomentando en los estudiantes la independencia, la creatividad y la búsqueda permanente del conocimiento.
- **Potenciar el protagonismo del estudiante en su proceso de formación:** en una época de rápida obsolescencia del conocimiento la importancia de que el estudiante aprenda a aprender y se motive para adquirir nuevos conocimientos constituye una necesidad para su formación permanente.
- **Potenciar el tiempo de autopreparación del estudiante:** se debe tener en cuenta que el proceso de aprendizaje no se restringe a los tiempos de actividades académicas

presenciales, se torna necesaria la creación de espacios de tiempo en el currículo para la búsqueda, reflexión, interiorización y consolidación de los conocimientos por parte de los estudiantes, como vía para fomentar su aprendizaje autónomo.

- **Lograr transformaciones cualitativas en el proceso de formación como consecuencia de un amplio y generalizado empleo de las TIC:** estas transformaciones han de expresarse fundamentalmente en la renovación de concepciones y prácticas pedagógicas que implican reformular el papel del docente y desarrollar modelos de aprendizaje distintos a los tradicionales. En este sentido se debe prestar especial atención al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- **El fortalecimiento de los *vínculos de las universidades con los organismos empleadores y todas las instancias que sean fuentes de empleo*:** la universidad debe tener pertinencia social, por eso es primordial que en el proyecto curricular se refuerce el **vínculo universidad-sociedad**, pues en él se concreta una realidad histórica, una concepción de la profesión y su rol social. Las demandas sociales ayudan a determinar los perfiles y las funciones profesionales y hasta los contenidos objeto de aprendizaje del currículo.
- **Lograr transformaciones en la *evaluación del aprendizaje*:** La tarea de evaluar debe considerarse en su carácter cualitativo y formativo. Esto supone integrarla al proceso docente educativo, es decir, realizarla de modo permanente durante las actividades de aprendizaje utilizando formas no tradicionales de evaluación y, además, dando a conocer a los estudiantes cuáles son los criterios que se utilizan para valorar su desempeño, de modo que esto lo ayude a revisar lo que hace y a desarrollar su capacidad de autoevaluación, su espíritu crítico y autocrítico.”

Para lo cual, señala¹², es necesario que en la formación del ingeniero se asuma un nuevo paradigma orientado a generar nuevas formas de pensamiento y acción adecuadas a nuestros tiempos, de manera que se formen profesionales que sean capaces de lograr un aprendizaje continuo y/o permanente.

Esta situación, afirma¹³, determina la necesidad de que la universidad forme ingenieros con una base de conocimientos suficientemente amplia, flexible y rica como para dar libertad de orientación ulterior al graduado, dentro de ese mundo cambiante que presenta el ejercicio profesional, para que pueda cumplir con sus responsabilidades.

El desafío que afronta ahora la universidad, señala la propia autora, es buscar nuevos conocimientos y nuevas formas de transmitirlos, dentro de una estructura de comunicación

totalmente nueva, con tecnologías diferentes a las clásicas, y procurando no solo el “saber”, sino también el “saber-hacer”, para contribuir a resolver los problemas de la comunidad.

En ese sentido afirma¹⁴ que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son un elemento esencial en los nuevos contextos y espacios de interacción entre los individuos. Estos nuevos espacios y escenarios sociales conllevan rasgos diversos que generan la necesidad del análisis y reflexión en torno a sus características.

Por lo que, como enfatiza¹⁵, las TIC, como fuente y medio de aprendizaje, constituyen una poderosa herramienta, tanto para el aprendizaje autónomo como para establecer colaboración con otros y desarrollar trabajo en equipos. A esto es preciso añadir que el empleo de ellas favorece la solución de complejos problemas, la toma de decisiones, así como el desarrollo de un pensamiento crítico, al posibilitar un aprendizaje personalizado y autorregulado en los estudiantes, particularmente con el empleo de los softwares libres en la enseñanza universitaria, todas demandas o exigencias educativas de la sociedad del siglo XXI a las que se necesita dar respuesta.

En correspondencia con lo anteriormente planteado el objetivo de este trabajo es lograr mayores niveles de independencia y protagonismo del estudiante en el desarrollo de sus actividades teórico – prácticas con la ayuda del software libre Scilab, adaptado a los contenidos que se imparten en las asignaturas de Circuitos Eléctricos en el Departamento de Ingeniería Eléctrica para estudiantes de segundo año mejorando así el proceso de enseñanza – aprendizaje a través de la simulación y la programación como método basado en un entorno virtual de aprendizaje, específicamente en la plataforma de teleformación MOODLE, además se propone aumentar el empleo del software propuesto en el análisis de los circuitos eléctricos para que los estudiantes adquieran suficientes habilidades que les permitan utilizarlo tanto en las asignaturas de la carrera como en su vida profesional y a su vez ejerciten la teoría con ejercicios didácticos.

DESARROLLO

Importancia de la asignatura Circuitos Eléctricos para la carrera Ingeniería Eléctrica

De acuerdo con¹⁶ las asignaturas de Circuitos Eléctricos I y II, son un pilar fundamental en la formación de ingenieros electricistas, y la base fundamental de todas las disciplinas de la carrera.

En ellas se estudian los conceptos básicos, elementos, leyes, métodos generales de análisis y teoremas fundamentales vinculados al análisis de los circuitos eléctricos, estimulados tanto con corriente directa, como con corriente alterna monofásica y trifásica, lo cual constituye una formación básica teórica y práctica, necesaria para su utilización en el sector eléctrico,

adquiriéndose en el proceso de enseñanza-aprendizaje, todas las habilidades prácticas necesarias para su utilización en la vida laboral y en otras disciplinas de años superiores, así como la confrontación y verificación de la fundamentación teórica, lo cual forma en ustedes, los estudiantes, un método científico de trabajo.

A través de las prácticas de laboratorio, laboratorios virtuales, clases prácticas y conferencias por la que están conformadas las asignaturas, se persigue el desarrollo en el futuro ingeniero de las habilidades necesarias para la ejecución de tareas propias del perfil eléctrico en la vida laboral y en otras disciplinas de la carrera, así como la confrontación y verificación de los conocimientos teóricos, lo cual contribuye a formar en el estudiante un método científico de trabajo.

Las asignaturas vinculan sus contenidos con las técnicas de computación, empleando la computadora como herramienta de trabajo para abordar tareas de análisis y diseño, con énfasis en la utilización de programas de simulación del funcionamiento de circuitos eléctricos, y la medición de las diferentes magnitudes, lo que permite comprobar la veracidad de los resultados obtenidos al aplicar los métodos analíticos.

Estas asignaturas deben lograr que los estudiantes sean capaces de utilizar las principales habilidades estudiadas para analizar circuitos eléctricos, interpretar físicamente los resultados obtenidos, así como medir y simular las variables fundamentales de dichos circuitos aplicadas a la ingeniería eléctrica.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Educación Superior

Los autores de la referencia¹⁷ afirman que la propagación del empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han despertado, en los últimos años, enormes expectativas en el ámbito educativo, por su capacidad para: manejar información, facilitar la comprensión de conceptos y la resolución de problemas, aumentar la motivación del alumnado por el aprendizaje; facilitar la tarea del profesor, etc.

Estas ventajas traen aparejada la inevitable transformación que debe tener el proceso de enseñanza - aprendizaje, sustentándolo en fundamentos teóricos más acordes al desarrollo actual. Aunque existen diferentes opiniones al respecto, todas tienen en común el traslado del foco de atención, que tradicionalmente era la enseñanza y el profesor, hacia el proceso de aprendizaje del estudiante.

Estas transformaciones deben apoyarse no solo en la potencialidad técnica de las TIC, sino en un nuevo modelo de enseñanza - aprendizaje que tenga en cuenta cómo se concibe el proceso docente, el papel activo del sujeto como constructor de su conocimiento y de la interacción profesor-estudiantes y estudiante-estudiante en el proceso educativo.

De acuerdo con¹⁸ en los últimos tiempos gracias a los cambios producidos en el mundo, la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha propiciado a las instituciones, entre ellas la universidad, un aumento en la competencia y eficiencia en el desarrollo del capital intelectual. Por tal motivo, la inclusión de estas tecnologías en los programas académicos universitarios ha propiciado que hoy se reconozca el importante papel de la educación superior en la formación de profesionales capaces de comprender los procesos de la nueva sociedad desde una visión interdisciplinaria.

Con la evolución de las TIC se han eliminado las barreras de tiempo y espacio, facilitando las comunicaciones, multiplicando los intercambios privados de información, favoreciendo la cooperación y colaboración entre distintos estamentos, confiriendo un mayor impulso a la economía de los países. De esta forma, las nuevas tecnologías parecen abrir hacia el futuro un gran número de posibilidades, por el hecho de que atraviesan los sectores políticos, económicos y sociales y por ser su desarrollo, una vía al crecimiento equitativo y estable del país.

Por su parte [1] plantean que el uso pedagógico de las TIC en el currículo ayuda a reforzar, profundizar y socializar conocimientos a partir del rol del estudiante como un constructor de saberes y no como un receptor; y del rol del profesor como un orientador y guía mediante la interactividad de las TIC.

La innovación debe nacer en el quehacer docente para que esta se vea reflejada en sus estudiantes y en la sociedad. En tal sentido, las TIC con sus potencialidades, posibilitan la gestión del conocimiento en el escenario educativo. Es en este escenario donde afloran las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP), las cuales orientan las TIC hacia usos más formativos, tanto para el estudiante como para el profesor, con el objetivo de aprender más y mejor.

Esto implica conocer las herramientas, pero además saberlas seleccionar y utilizar adecuadamente para la apropiación de conocimientos en función de las diferentes necesidades y perfiles.

Scilab como herramienta para la simulación de circuitos eléctricos

Las carreras afines a las ingenierías requieren de potentes softwares computacionales que integren varias disciplinas, modelos matemáticos, métodos numéricos y demás ramas de las matemáticas. La integración de varios paquetes computacionales orientados a la ingeniería ha dado origen a varias soluciones^{19, 20}. El Scilab es un software libre que incorpora un gran grupo de paquetes para la computación científica, orientado fundamentalmente al cálculo numérico, a las operaciones matriciales; para las aplicaciones en ingeniería y científicas²¹.

Si bien es posible darle un uso simple como calculadora, su potencial se encuentra en los cientos de funciones integradas y sus capacidades gráficas²². Es en sí mismo, un lenguaje de programación propio, que nos permite usar bibliotecas de otros lenguajes mediante una capa intermedia de software. Se encuentra muy próximo a lenguajes de alto nivel como el Fortran, C y similares, dando la posibilidad a los usuarios de desarrollar sus propios scripts.

Cabe destacar que elimina la barrera entre varios sistemas operativos, como Microsoft Windows y GNU/Linux al ser multiplataforma. Muchos profesionales y estudiantes se sienten muchas veces restringidos al no poder usar software libre no disponible para su plataforma preferida, lo que significa que muchos eviten su uso. Los equipos de trabajo pueden trabajar en el mismo software Scilab generalmente, sin preocuparse por el sistema operativo que estén usando. Un aumento de la diversidad y la calidad del trabajo que brinda posibilidades aún mayores.

El desarrollo de simulaciones en SCILAB está fundamentalmente divididas en dos posibilidades²³

- Creación de scripts para los programas, funciones o bibliotecas propias.
- Creación de modelos gráficos que describen las operaciones a realizar. La llamada programación G o programación gráfica.

Si bien ambas capacidades para realizar una simulación son muy buenas, no son exclusivas entre ellas. Es decir, se puede realizar una llamada a una función desarrollada en script durante un modelo creado mediante programación gráfica. Lo inverso también es posible. Cabe destacar que lo maravilloso de este software no termina ahí, también es posible aplicar técnicas de distribución en clústeres, para aumentar el rendimiento y velocidad de las operaciones matemáticas.

También cabe destacar que Scilab tiene capacidades de trabajar con la nube, despliegue de aplicaciones web y el internet de las cosas.

En consecuencia ²⁴ plantean en sus investigaciones que Scilab es un software libre matemático con muchas prestaciones, entre ellas; tener un lenguaje de programación de alto nivel, muy útil en la matemática universitaria y disponible para Linux, Mac y Windows. Se le considera un clon de Matlab con funciones similares. También, Scilab es catalogado como un lenguaje de programación con objetos dinámicos.

Scilab, incluye cientos de funciones especializadas para computación numérica, organizadas en librerías llamadas *toolboxes* que cubren muchas áreas como simulación, sistemas y control, optimización y procesamiento de señales. Entre las funciones que Scilab ofrece están, capacidad de realizar cálculos con funciones elementales, cálculo con vectores y matrices, polinomios y funciones racionales, procesamiento de señales, gráficos en dos y tres

dimensiones, resolución de ecuaciones diferenciales numéricas, Xcos, es el simulador de sistemas dinámicos, muestreo aleatorio, estadísticas y programación²⁵.

Entre las utilidades didácticas que brindan estas herramientas se encuentran:

- Realizar prácticas interactivas a partir del diseño de circuitos eléctricos.
- Posibilidad de obtener las mediciones del cálculo de las variables eléctricas involucradas en el diseño.
- Se sientan las bases para que el estudiante desarrolle sus propios diseños.
- Aporta una forma nueva de aprendizaje al dar la oportunidad al estudiante de introducirse en un método práctico.
- Los profesores actúan de forma indirecta sobre el estudiante que tiene que buscar y estudiar materias para llegar a resultados concretos, lo que hace que los mismos busquen vías alternativas al estudio.
- Permite compartir los trabajos de manera online con profesores estudiantes y profesionales del mundo para su revisión y/o aprobación.
- Estimula al estudiante que observa y analiza directamente el comportamiento de un circuito eléctrico.
- Estimula el autoaprendizaje colaborativo, autónomo y significativo así también eleva el nivel de motivación de los estudiantes por la carrera a partir del diseño los circuitos eléctricos.
- Ayuda al desarrollo de proyectos de investigación a partir de la simulación de los diseños de los circuitos eléctricos.

Además de las investigaciones mencionadas también con el objetivo de actualizar los contenidos teóricos y prácticos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, fue necesario la elaboración de materiales didácticos digitales; reflejados en las investigaciones realizadas por^{26, 27,}

28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41
, , , , , , , , , , , , , , ,

A partir de estas investigaciones se han integrado las TIC – TAP – TEP en las asignaturas de Circuitos Eléctricos a través su empleo en las conferencias con un enfoque en el aprendizaje basado en problemas, clases prácticas y laboratorios virtuales con la simulación de casos reales de la profesión, pudiéndose constatar la teoría con la práctica, aspecto importante que influye en la motivación de los estudiantes por la carrera.

Por otro lado, se implementaron las asignaturas de Circuitos Eléctricos en la plataforma de teleformación MOODLE como parte de la política universitaria de integración de las TIC - TAP-TEP a los procesos de enseñanza – aprendizaje, potenciándose el autoaprendizaje, el

aprendizaje significativo y colaborativo en los estudiantes de ingeniería tanto en la modalidad semipresencial como presencial.

De acuerdo con los estudios desarrollados por ⁴² y ⁴³ con el software Scilab se puede visualizar, construir y realizar simulaciones interactivas de circuitos eléctricos mediante una interfaz gráfica. De esta forma es posible aprender cómo funcionan los circuitos eléctricos, cuáles son los parámetros a tener en cuenta para el diseño de un determinado circuito de control y cómo afectan los cambios en los diferentes elementos mediante los métodos de la simulación y la programación, todo ello ayuda a mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje de los estudiantes de ingeniería eléctrica contrastando los conocimientos teóricos estudiados con los prácticos.

A partir de estos estudios, del análisis de los objetivos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y de la realización de diferentes actividades metodológicas en la disciplina se identificaron cuáles son los aspectos más importantes que deben mejorarse con vistas a implementar el enfoque del aprendizaje basado en problemas mediante los métodos de la simulación y la programación para integrarlos en la plataforma de teleformación MOODLE.

De estos análisis, se determinó que los temas de circuitos eléctricos en los serán integradas las aplicaciones desarrolladas son amplificadores operacionales y armónicos en circuitos eléctricos. Es importante destacar que a través de la simulación y la programación el estudiante forma y desarrolla habilidades para la solución de problemas profesionales mediante el ensayo-error, aprende de manera sistemática, aplica sus conocimientos en actividades prácticas, además de que puede retroalimentarse para mejorar su aprendizaje y así disminuir de manera significativa los errores, potenciando su motivación a la hora de enfrentarse a la resolución de problemas para desarrollar en los estudiantes el autoaprendizaje, el aprendizaje colaborativo, significativo y profesionalizado.

En ese sentido, las aplicaciones de interfaz gráfica derivadas del Scilab quedaron conformadas en una primera versión para el análisis de los amplificadores operacionales con cuatro configuraciones: el amplificador inversor, no inversor, sumador y diferencial, como se muestra en la figura 1. A partir de esta versión, se realizaron tres tipos de clases, las cuales fueron:

- Clase # 1: Conferencia aplicando el método de aprendizaje basado en problemas.

En esta clase el estudiante debe analizar las propiedades del amplificador operacional ideal, a partir de la aplicación desarrollada. Esto le permite apropiarse de una manera interactiva de los conocimientos y habilidades necesarias para aplicarlas a la resolución de casos reales, como por ejemplo fabricar una fuente de corriente controlada por tensión o por corriente.

- Clase # 2: Clase práctica.

En esta clase el estudiante a partir del diseño de amplificadores operacionales conocidos debe desarrollar habilidades teórico-prácticas, como por ejemplo obtener de forma analítica la forma de onda de la tensión de salida del amplificador para su posterior verificación en la herramienta propuesta, lo cual posibilita desarrollar valores profesionales.

- Clase # 3: Laboratorio virtual.

Por último, una vez que el estudiante se ha familiarizado con el empleo de la herramienta propuesta y se ha apropiado de los conocimientos y habilidades relacionadas con el funcionamiento de los amplificadores operacionales debe diseñar con la herramienta las fuentes de tensión controlada por tensión o por corriente y valorar los resultados que obtiene.

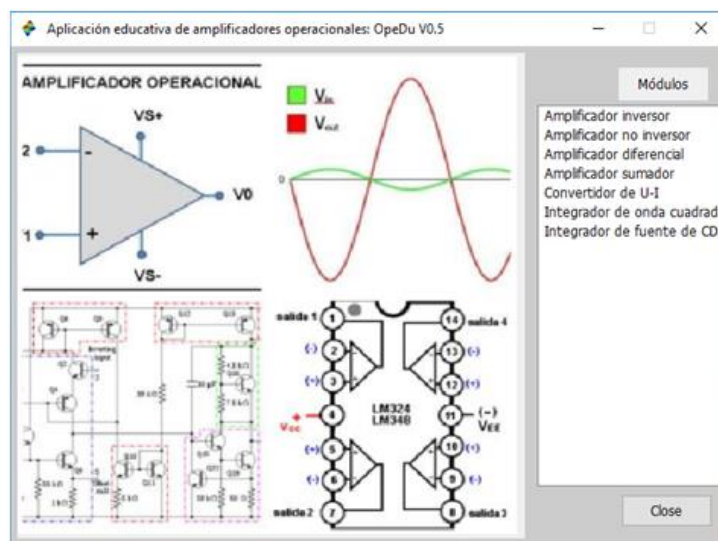


Fig. 1. Ventana principal de la aplicación de amplificadores operacionales

Por otro lado, para el análisis de armónicos en los circuitos eléctricos se desarrolla la aplicación mostrada en la figura 2, lo cual a partir de los valores de potencia activa, factor de potencia, factor de potencia deseado y tensión nominal de un sistema industrial bajo estudio, se realiza una propuesta de mejora del factor de potencia mostrando la potencia reactiva que tendrá el sistema después de la compensación y la potencia reactiva del banco de condensadores necesaria a instalar para lograr el factor de potencia deseado.

También se brinda el cálculo de la capacitancia que tendrá los condensadores a instalar, y a partir de esta le permite al estudiante en formación diseñar un filtro pasivo (serie, paralelo, pasa altos) en función de este valor y el orden del armónico que se desea eliminar.

Cálculo de la mejora del factor de potencia y propuesta de parámetros de filtro

Datos del Sistema Industrial antes de la mejora

Potencia Activa [kW]

Factor de potencia deseado

Factor de potencia actual

Tensión del sistema industrial [V]

Frecuencia del sistema industrial

Resultados de la mejora del factor de potencia

Potencia reactiva antes de la compensación [kvar]

Potencia reactiva después de la compensación [kvar]

Potencia reactiva del banco de condensadores [kvar]

Capacitancia en [F]

Datos para propuesta de filtro

Orden del armónico a eliminar

Factor de calidad

Filtro serie Filtro paralelo Filtro pasa altos

Resultados de la propuesta de filtro

Inductancia [H]

Resistencia [Ω]

Fig. 2. Interfaz gráfica de la aplicación para la mejora del factor de potencia y el diseño de filtros pasivos

Con esta aplicación se desarrolló un laboratorio virtual en el cual el estudiante después de adquirido lo conocimientos teóricos sobre las propiedades de los armónicos en los circuitos eléctricos lo aplica en un sistema industrial real.

Un aspecto importante a considerar después que el estudiante ha transitado por estos tipos de clases, es que el software libre Scilab y las aplicaciones de interfaz gráfica derivada de él, le permita al estudiante programar sus propios diseños y estudiar casos reales mediante la simulación.

Análisis de los resultados

Con el objetivo de analizar y evaluar los resultados obtenidos con la aplicación del entorno virtual de enseñanza – aprendizaje desarrollado con las aplicaciones propuestas y la plataforma de teleformación MOODLE, se tomó para el estudio 40 estudiantes del 2^{do} año académico de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE que cursaron las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

Se valoraron cinco aspectos fundamentales: vinculación teoría – práctica, desarrollo de habilidades profesionales, desarrollo del autoaprendizaje y el aprendizaje colaborativo y motivación por la carrera, en la figura 3 se muestran los resultados obtenidos.

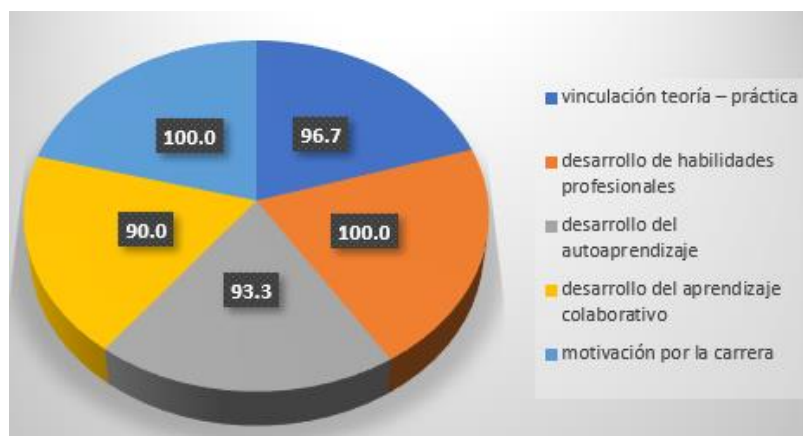


Figura 3. Resultados de las entrevistas realizadas a los estudiantes de 2^{do} año

Este resultado se puede interpretar que a partir de la aplicación del entorno virtual de enseñanza – aprendizaje desarrollado con las aplicaciones propuestas y la plataforma de teleformación MOODLE se logra una vinculación teórico - práctica puesto que el 96,7% de los estudiantes afirman que con las aplicaciones propuestas logran aplicar los contenidos teóricos a ejercicios reales de la profesión.

Por otro lado, el 100% de los estudiantes afirman que con el empleo de las aplicaciones propuestas han desarrollado habilidades profesionales dirigidas al desarrollo de aplicaciones reales, mediciones de variables eléctricas e interpretación de resultados, lo que los lleva a afirmar en su totalidad, que con la propuesta han elevado el nivel de motivación por la carrera.

Por otro lado, se consideran satisfactorio el desarrollo del autoaprendizaje y el aprendizaje colaborativo en los estudiantes después de aplicada la propuesta pues el 90% de los estudiantes entrevistados aseguran haber desarrollado el aprendizaje autónomo, significativo y colaborativo.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el objetivo general de este trabajo es lograr mayores niveles de independencia y protagonismo del estudiante en el desarrollo de sus actividades teórico – prácticas con la ayuda del software libre Scilab, adaptado a los contenidos que se imparten en las asignaturas de Circuitos Eléctricos mejorando así el proceso de enseñanza – aprendizaje a través de la simulación y la programación como método basado en un entorno virtual de aprendizaje, se consideran que las conclusiones son las siguientes:

- A partir del estudio de los fundamentos teóricos metodológicos sobre como el uso de las TIC mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje, se considera que el software Scilab es un recurso didáctico útil para el desarrollo del autoaprendizaje, el aprendizaje colaborativo y profesionalizado a partir de la simulación y la programación como método basado en un entorno virtual de enseñanza – aprendizaje con lo que se logra mayores

niveles de autonomía, organización e independencia en la actividad constructiva del conocimiento del estudiante.

- Se debe potenciar el uso de software libre como medio de enseñanza para facilitar el estudio de los diferentes temas de la disciplina, mejorando el proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de ingeniería tanto en la modalidad semipresencial como presencial, y apoyar la experiencia en la elaboración de recursos informáticos y materiales digitales, además de la posibilidad de aprovechar las prestaciones, que en este sentido tienen los entornos virtuales de enseñanza - aprendizaje, específicamente la plataforma MOODLE.
- Para la elaboración de la propuesta se tuvieron en cuenta los conceptos más importantes de acuerdo al grado de jerarquía de los mismos, el grado de complejidad de los temas tratados y los aspectos donde los estudiantes confrontan mayor grado de dificultad, respondiendo al actual cambio curricular.
- Con la realización de este trabajo se pretende desarrollar un aula virtual para la enseñanza de los circuitos eléctricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Pérez MM, García AE, Díaz AO, Santos Y. Construcción de maquetas para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Universidad y Sociedad*. 2022; 14(1): 462- 473.

2 Salas PS. La calidad en el desarrollo profesional: avances y desafíos. *Revista Cubana Educación Médica Superior*. 2000; 14(12):136 - 147.

3 Sierra V. 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*. 2010; 10(18):117- 134.

4 Del Campo GO. Desarrollo de mapas conceptuales como objetos de aprendizaje para las Asignaturas Circuitos Eléctricos I y II (Trabajo de diploma). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ingeniería Eléctrica; 2010.

5 Cobos SD, Gómez GJ y López ME. *La Educación Superior en el Siglo XXI: Nuevas Características Profesionales y Científicas*, San Juan: UMET Press and editors. UMET Press is an imprint of the Universidad Metropolitana; 2016.

6 Páez S V. *La Didáctica de la Educación Superior y la formación profesional ante los retos del siglo XXI*. La Habana: EDUCACIÓN CUBANA Dirección de Ciencia y Técnica – MINED; 2019.

7 Capote LG, Rizo R N y Bravo LG. La calidad del aprendizaje en las carreras de ingeniería en Cuba. Un estudio de caso. *Atena*. 2019; 4 (48):79 - 95.

-
- 8 López Z y Pérez M. Empleo del simulador Edison como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Tecnología Educativa*. 2020; 5(1).
- 9 Acosta A. Importancia de una buena formación pedagógica y científica, del ingeniero como docente universitario. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; 2005.
- 10 Gómez VE. Estrategias de aprendizaje para un curso de circuitos eléctricos del área de ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. ACOFI 2017.
- 11 MES. Ministerio de Educación Superior, Cuba: Planes de Estudio. 2017.
<https://www.mes.gob.cu/planes-de-estudio>.
- 12 Capote LG, Rizo R N y Bravo LG. La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*. 2016; 8 (1): 21- 28.
- 13 Moreno CI. La calidad educativa en la enseñanza universitaria. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba; 2009.
- 14 Cabero A. Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y Comunicación Educativas*. 2007; 21(45): 4-19.
- 15 López Z, Dávila VY y Robaina M. Hacia una discusión teórica sobre el lugar de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje. *Revista electrónica científico-pedagógica*. 2021; 15(1): 153-164.
- 16 Pérez MM, Ramos GJ, García D y Díaz E. Utilización del software libre Scilab en las asignaturas de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría. 2021.
354536713_Utilizacion_del_software_libre_Scilab_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos_de_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica_de_la_Universidad_Tecnologica_de_la_Habana_Jose_Antonio_Echeverria.
- 17 Moreno I, Curbelo J, Ortuño Y y Hernández A. Experiencias en el uso de las TIC en la enseñanza de los circuitos eléctricos. *Revista Enegetica*. 2009; XXX (2):1 -10.
- 18 Peña L. Aplicación del Simulink a la solución de ejercicios de la asignatura CE I según plan de estudio E (Trabajo de Diploma). Universidad Central "Marta Abreu"; 2016.
- 19 Matlab. El lenguaje de cálculo técnico MATLAB & Simulink. 2021.
<https://es.mathworks.com/products/matlab.html>.
- 20 GNU. GNU Octave. 2021. <https://www.gnu.org/software/octave/index>.
- 21 Scilab. Home Page. 20 Abril 2021. <https://www.scilab.org/>.
- 22 Scilab. Use cases. 2021. <https://www.scilab.org/use-cases>.
- 23 Campbell S, Chancelier P y Nikoukhah R. *Modeling and Simulation in SCILAB*. New York, Springer; 2010.

- 24 Pérez M, Ramos J y Santos Y. Integración de las tecnologías en las asignaturas de Circuitos Eléctricos. *Revista Pedagogía Profesional*. 2022; 20 (1)
https://www.researchgate.net/publication/360407777_Integracion_de_las_tecnologias_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos.
- 25 Pérez M, López Z y Ramas J. Potencialidades del software libre Scilab en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de Circuitos Eléctricos. *Revista Tecnología Educativa*. 2021; 6 (1).
https://www.researchgate.net/publication/353273433_POTENCIALIDADES_DEL_SOFTWARE_SCILAB_EN_EL_PROCESO_DE_ENSEANZA_-_APRENDIZAJE_DE_LA_ASIGNATURA_DE_CIRCUITOS_ELECTRICOS?_sg%5B0%5D=U_jTv_k1eX7rpt8j2pzCsGB8GpsNrHMD-5StPOtfCfM2Vh9gcygs1Owi6iNjq-KBaDQRBHiO9ICOc. [Último acceso: 2021].
- 26 Pérez M. Higiene y seguridad en la red de baja tensión. *Revista Pedagogía Profesional*. 2018; 16 (1)
https://www.researchgate.net/publication/331438399_Higiene_y_seguridad_en_la_red_de_baja_tension_Hygiene_and_thesecurity_in_the_net_of_lowtension.
- 27 Pérez M y Teixeira I. Proposta de estudo das harmónicas no Sistema Industrial Sonangol – Namibe a partir de seu levantamento eléctrico. *Revista de Ingeniería Energética*. 2018; 39(2)
<http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v39n2/rie09218.pdf>. [Último acceso: 2021].
- 28 M. M. Pérez, «Proposta de instrumentação para realizar as medições do Sistema de Aterramento da Subestação do Xitoto. *Revista de Ingeniería Energética*. Vol. 40, No.1. ISSN 1815-5901,» 2019. [En línea]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v40n1/1815-5901-rie-40-01-81.pdf>.
- 29 Pérez M, Ramas J y Rodríguez Y. Simulación con Matlab. 2019.
https://www.researchgate.net/publication/331438458_Simulacion_con_matlab
- 30 Mariña L, Pérez M y Anta J. Matemática aplicada a los circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica. 2020.
https://www.researchgate.net/publication/344930624_Monografia_Matematica_aplicada_a_los_circuitos_electricos_en_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica
- 31 Pérez M, Santos A y Denis J. Integración de las TIC´s en los laboratorios de circuitos de la carrera de ingeniería eléctrica. Evento Provincial Universidad 2020 12do Congreso Internacional de Educación Superior. 2020 DOI: 10.13140/RG.2.2.25599.12968.
- 32 Llamo H,. Santos A y Pérez M. 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) <http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>
- 33 Pérez M , García D y Díaz E. Importancia del acomodo de carga en la industria: Un estudio de caso. 2020.
https://www.researchgate.net/publication/344930545_Importancia_del_acomodo_de_carga_en_la_industria_Un_estudio_de_caso

- 34 Pérez M, Santos J, Santos A y López Z. Potencialidades de la herramienta everycircuit en la disciplina de circuitos eléctricos. III Congreso Virtual Argentino e Iberoamericano de Tecnología y Educación. 2020. www.covaite.net
- 35 López Z y Pérez M. Empleo del simulador Edison como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Tecnología Educativa*. 2020; 5(1).
<http://tecedu.uho.edu.cu/>
- 36 Mariña H, Pérez H y Anta M. Experiencia de la matemática, aplicada a los circuitos eléctricos en la carrera de ingeniería eléctrica. *Modelling in Science Education and Learning*. 2021; 14(2)
doi: <https://doi.org/10.4995/msel.2021.15071>.
- 37 Pérez M, Santos A y Llamo H. La importancia de la factura de electricidad. Un estudio de caso. 2021.
https://www.researchgate.net/publication/355090490_La_importancia_de_la_factura_de_electricidad_Un_estudio_de_caso.
- 38 Pérez M, Ramos J, García D y Díaz E. Utilización del software libre Scilab en las asignaturas de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría. 2021.
https://www.researchgate.net/publication/354536713_Utilizacion_del_software_libre_Scilab_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos_de_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica_de_la_Universidad_Tecnologica_de_la_Habana_Jose_Antonio_Echeverria.
- 39 Mariña H, Pérez M y Anta J. Método de frecuencia para el análisis de los circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica. 2021.
https://www.researchgate.net/publication/348199622_Metodo_de_frecuencia_para_el_analisis_de_los_circuitos_electricos_en_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica. [Último acceso: 2021].
- 40 Pérez M, García D, Díaz E y Ramos J. Utilización de la App Everycircuit en las asignaturas de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría. 2021.
https://www.researchgate.net/publication/355091539_Utilizacion_de_la_App_Everycircuit_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos_de_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica_de_la_Universidad_Tecnologica_de_la_Habana_Jose_Antonio_Echeverria.
- 41 Pérez M, Ramos J, Rodríguez Y, Canasí M, García D y Díaz E. Estudio por medio de Scilab de los armónicos en los Sistemas Eléctricos de Potencia aplicado a un caso de estudio. 2021.
https://www.researchgate.net/publication/355089435_Estudio_por_medio_de_Scilab_de_los_armonicos_en_los_Sistemas_Electricos_de_Potencia_aplicado_a_un_caso_de_estudio. [Último acceso: 2021].
- 42 Pérez M, Ramos J, Rodríguez A, Santos Y y López Z. La simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Revista Referencia Pedagógica*. 2022; 10(NE)
https://www.researchgate.net/publication/361228688_Simulation_as_a_method_to_improve_the_teaching-learning_process_of_electrical_circuits

43 Pérez M, Ramos M, Wadsworth E, Rodríguez A, Pérez C y Silvério C. La programación computacional como método para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de los ingenieros electricistas. Ingeniería Energética. 2023; 23(2): 1 – 10

Recibido: 23 de marzo de 2023

Aceptado con recomendaciones: 24 de abril de 2023

Aceptado: 12 de junio de 2023

El (los) autor(es) de este artículo declara(n) que:

Este trabajo es original e inédito, no ha sido enviado a otra revista o soporte para su publicación.

Está(n) conforme(s) con las prácticas de comunicación de Ciencia Abierta.

Ha(n) participado en la organización, diseño y realización, así como en la interpretación de los resultados.

Luego de la revisión del trabajo, su publicación en la revista Pedagogía Profesional.

NO HAY NINGUN CONFLICTO DE INTERÉS con otras personas o entidades