

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON DIODOS

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A DIDACTIC ANALYSIS SOFTWARE OF ELECTRICAL CIRCUIT WITH DIODES

Javier Silvestre Zavala

Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato, México
javier.sz1@irapuato.tecnm.mx

Luis Alberto Mendoza Vargas

Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato, México
lis18110796@irapuato.tecnm.mx

Recepción: 8/diciembre/2024

Aceptación: 27/diciembre/2024

Resumen

La solución de circuitos eléctricos con diodos es relevante porque permite sentar las bases para diseñar dispositivos electrónicos eficientes y seguros que pueden aplicarse en diversos dispositivos electrónicos. Este trabajo de investigación presenta el desarrollo y aplicación de un software didáctico que resuelve circuitos eléctricos de corriente directa con diodos de forma holística. Analizando el comportamiento y polarización en el diagrama eléctrico y presentando su solución explicada paso a paso. La metodología aplicada se basa en un enfoque mixto. El aprendizaje del alumnado sobre el tema mejoró significativamente al elevarse los índices de aprobación en un promedio de 30 puntos porcentuales comparando el semestre enero-junio de 2024, con los mismos períodos a partir de 2018. Se concluye que con la utilización de un software didáctico es posible mejorar el aprendizaje de circuitos eléctricos de cd con diodos.

Palabras Claves: Circuito, Didáctico, Diodo, Software.

Abstract

The diode-based electrical circuit solution is relevant because it lays the foundation for designing efficient and safe electronic devices that can be applied in

various electronic devices. This research work presents the development and application of a didactic software which solves direct current electrical circuits with diodes in a holistic way. Analyzing the behavior and polarization in the electrical diagram and presenting its solution explained step by step. The methodology applied is based on a mixed approach. The learning of pupils on the subject improved significantly as approval rates rose by an average of 30 percentage points comparing the semester January-June 2024, with the same periods starting in 2018. It was concluded that the use of didactic software could improve the learning of electrical cd circuits with diodes.

Keywords: *Circuit, Didactic, Diode, Software.*

1. Introducción

En la actualidad los diodos semiconductores son de gran importancia en una extensa gama de aplicaciones industriales, debido en gran parte a su capacidad de controlar el flujo de corriente y la emisión de luz. Dentro de estas aplicaciones se encuentra la conversión de corriente alterna en corriente directa, la protección de circuitos eléctricos contra sobretensiones, la regulación de voltaje, la emisión de luz con los diodos LED y su aplicación en la industria de la iluminación, en la industria biomédica en equipos tales como láseres quirúrgico, entre otras.

Debido a lo anterior, es muy importante que el alumnado de Ingeniería en Sistemas Computacionales aprenda la solución de circuitos eléctricos con diodos, ya que les brinda los fundamentos necesarios para aplicarlos en sistemas más complejos. Por otro lado, comprender el comportamiento de los diodos en diferentes configuraciones les posibilita el diseño de interfaces entre componentes electrónicos y equipos de cómputo.

En la retícula de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de los tecnológicos del país existe una asignatura denominada Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales que incluye el tema de dispositivos semiconductores, diodos y diodos Zener. El trabajo de investigación que nos ocupa se desarrolló en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, para su aplicación en la mencionada materia, con la finalidad de brindar una herramienta de apoyo que permitiera

complementar y reforzar los conocimientos adquiridos en el aula. En este orden de ideas, cabe destacar que los índices de aprobación del tema que incluye la solución de circuitos eléctricos de cd con diodos han sido bajos históricamente. En 2018 y 2019 el índice de aprobación fue de 50%, en 2020 de 47%, en 2021 de 54% y en 2023 de 50%. Por lo que es necesario la utilización de diferentes estrategias que hagan uso de las TIC, como lo establecen [Albiter, 2019]. Encontraron que el uso de software de simulación permite explorar, analizar, comprender, correlacionar y experimentar soluciones en el mundo virtual. Soluciones que posteriormente pueden aplicarse para resolver un problema real, como en el caso de la electrónica en el diseño y programación de circuitos.

Para complementar y reforzar la solución de circuitos eléctricos de cd con diodos se desarrolló y aplicó un software didáctico que de acuerdo con [Pérez, 2019] debe permitir la interactividad con el alumnado, retroalimentándolo y evaluando lo aprendido, incidir en el desarrollo de las habilidades a través de la ejercitación, permitir simular procesos complejos y reducir el tiempo que disponen los docentes para impartir gran cantidad de conocimientos. Este software cuenta con características que lo acercan al papel desarrollado por el profesor al frente del pizarrón al explicar detalladamente la solución de un ejercicio relacionado con el tema.

Existen algunas investigaciones que han medido el impacto del uso de herramientas computacionales en el ámbito educativo. Por ejemplo, [Ramírez, 2021] desarrollaron una metodología para el análisis y diseño de circuitos con transistores y diodos utilizando una herramienta computacional en asignaturas de electrónica. Abarcaron las fases de planeación, diseño, codificación y pruebas. Para codificar utilizaron Java y realizaron una interfaz dinámica con NetBeans. Respecto a las pruebas, encontraron errores inferiores al 2% al evaluar la interfaz con diseños de circuitos que incluían diodos y transistores.

Por su parte, [Cunha, 2016] presentaron un kit de desarrollo y prototipado para circuitos electrónicos analógicos y digitales. Incluyeron en este kit un osciloscopio, equipo de medición y componentes electrónicos básicos, entre ellos diodos. Habilitaron su conexión a tabletas y teléfonos inteligentes mediante un módulo

bluetooth de Arduino, y, mediante una app libre llamada “Bluetooth Electronics”, crearon las interfaces virtuales que permiten monitorear señales, entradas y salidas del kit de desarrollo.

También se ha recurrido a aplicaciones en línea con fines educativos, tal es el caso de [Martínez, 2022] que utilizaron el simulador PhET para mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos. En el resultado principal de la investigación encontraron el potencial que tiene la herramienta tanto para el alumnado como constructor de saberes, como para el profesor en su función de orientador y guía.

El análisis y evaluación de un curso de Electrónica de Potencia fue realizado por [Sampaio, 2011]. Utilizaron simulaciones interactivas en Java y software educativo para ayudar en la enseñanza de convertidores electrónicos de potencia. El software fue desarrollado en lenguaje Delphi y contó con el contenido teórico de las clases y con herramientas de simulación específicas para cada tema analizado.

Existen algunos trabajos de investigación que realzan la importancia de los diodos en los circuitos electrónicos. Por ejemplo, [Pereira, 2015] desarrollaron un software educativo aplicado al control digital vía bluetooth para cambiar el voltaje de AC de la red mediante el uso de tabletas o teléfonos inteligentes Android. Realizaron la detección del cruce por cero del voltaje senoidal de la red mediante un circuito optoacoplador que se encuentra a la salida de un puente de diodos.

Se encuentran disponibles diversas herramientas tanto de software libre como de pago que permiten resolver los circuitos eléctricos de cd con diodos. Estas herramientas permiten la medición de parámetros tales como voltaje, corriente y potencia en cada uno de los componentes del circuito. Dentro de las opciones de software libre, algunas de ellas online, se encuentran el simulador de circuitos de MasterPLC, EveryCircuit, CircuitLab, LTspice y KiCad, entre otros. Respecto a las versiones de pago, las más populares son Proteus y Multisim.

A diferencia de los recursos mencionadas anteriormente, el software didáctico desarrollado y aplicado en el presente trabajo de investigación es una solución integral para el análisis de circuitos eléctricos de cd con diodos. Permite la construcción de circuitos en diferentes configuraciones, ofreciendo además del

cálculo de los valores de voltaje, corriente y potencia en cada componente, el procedimiento de solución explicado paso a paso. Cuenta con una sección de ayuda en donde se incluyen los contenidos teóricos del tema, video tutoriales sobre su uso y un manual de usuario. Por otro lado, ofrece también la posibilidad de autoevaluación, arrojando además de la calificación, la solución de los ejercicios del examen si así se desea.

2. Métodos

Para la investigación se seleccionó un enfoque mixto en el cual se utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias [Hernández, 2018]. Se realizó una recopilación tanto de datos cuantitativos como cualitativos para garantizar un resultado integral. Los datos cuantitativos consistieron en información numérica y medible, como las calificaciones de los exámenes, que sirvieron para evaluar el impacto del software en el rendimiento académico del alumnado.

Por otro lado, los datos cualitativos se obtuvieron mediante encuestas en forma de información descriptiva y no numérica, como las opiniones, percepciones y experiencias del alumnado sobre la materia y la usabilidad y efectividad del software, así como sus áreas de oportunidad.

Las variables del trabajo de investigación fueron la siguientes:

- Variable independiente: software didáctico
- Variable dependiente: aprendizaje del alumnado

El software se desarrolló durante el año 2023, es decir que mientras se creaba, se impartía la materia de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales en el semestre enero-junio de 2023. Por lo tanto, se decidió aplicar la variable independiente en primera instancia al grupo de Arquitectura de Computadoras en el semestre agosto-diciembre de 2023. La razón de esta decisión es que, al ser la materia siguiente en la cadena de la retícula de Ingeniería en Sistemas Computacionales, se integró con el alumnado que acreditó previamente la materia de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales. Se consideró pertinente evaluar el aprendizaje obtenido por

estos alumnos transcurrido un tiempo considerable desde que revisaron el tema, medir el efecto del uso del software y efectuar las pruebas finales del mismo. En segunda instancia se aplicó la variable independiente al grupo de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales en el semestre enero-junio de 2024.

El primer grupo se sometió a un examen sobre circuitos eléctricos de cd con diodos, en configuraciones en serie, paralelo, mallas y diodo Zener. Posteriormente, después de haberseles facilitado la herramienta, se les volvió a aplicar un examen escrito y se les pidió que realizaran una autoevaluación incluida en la sección correspondiente del software. Respecto al segundo grupo, se le facilitó el software desde el inicio de la unidad donde se incluyen los temas antes mencionados para complementar el aprendizaje adquirido en el aula, apoyar en la realización de las tareas y en la preparación para el examen escrito.

Ciclo de vida

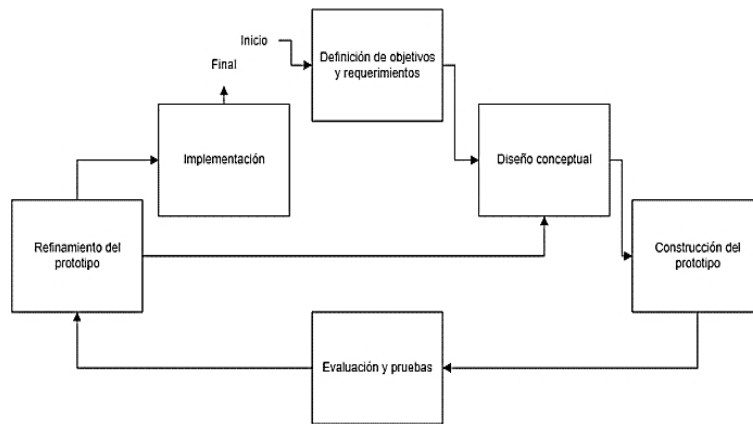
Se seleccionó el ciclo de vida basado en un enfoque de prototipo, ya que la versión inicial se construye tras fases parciales de análisis y diseño, y la experimentación con el prototipo permite avanzar en las fases parciales, y a continuación ampliar el prototipo inicial para ir convirtiéndolo en el sistema final mediante adiciones sucesivas [Gómez, 2020]. Se adoptó este enfoque para optimizar la eficiencia del proceso de desarrollo y reducir los riesgos asociados con las etapas innecesarias, permitiendo una mayor flexibilidad y adaptabilidad a medida que se obtuvieron resultados tangibles y se obtuvo retroalimentación.

Por otro lado, el ciclo de vida del prototipado (Figura 1) permite la posibilidad de crear múltiples versiones del software y así identificar la que mejor se adapte a las necesidades del usuario, cumpliendo cabalmente con los requerimientos funcionales y no funcionales.

Requerimientos del software

Para el desarrollo del software se realizó un levantamiento de requerimientos para definir de manera global las características que se pretende alcanzar con el producto, los requisitos pedagógicos y de comunicación [Figuroa, 2009]. Dentro de

los requerimientos funcionales se solicitó la presencia de acciones básicas como archivo nuevo, abrir, guardar, guardar como, imprimir, rehacer, deshacer y modificar. Un lienzo de conexión de los componentes del circuito. Un panel con los componentes que pueden agregarse al circuito, tales como fuente de voltaje, resistor y diodo. Un área para mostrar los resultados inmediatos del análisis del circuito. Un área para mostrar el procedimiento de solución paso a paso. Además, una sección de autoevaluación del usuario.



Fuente: elaboración propia

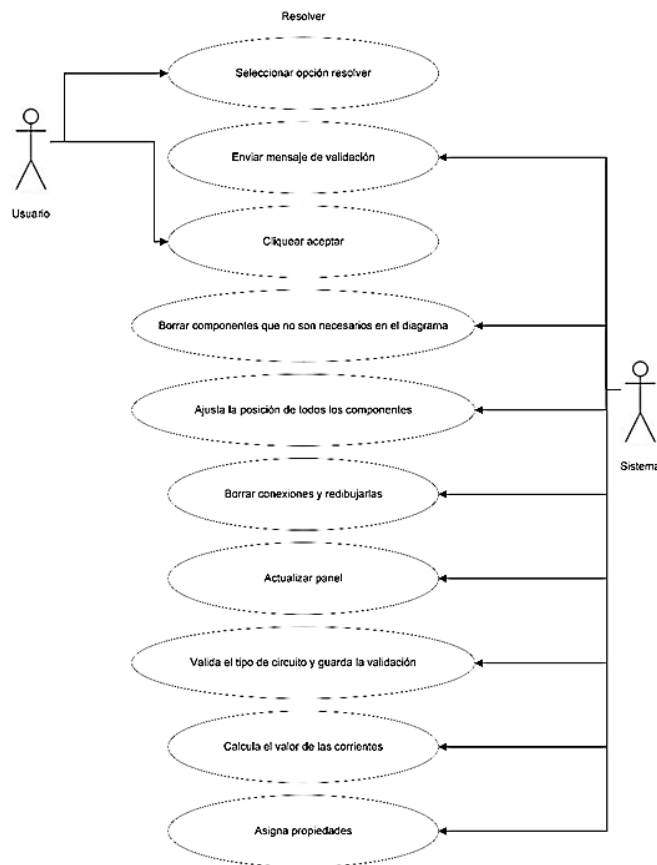
Figura 1 Ciclo de vida de prototipado.

En cuanto a los requerimientos no funcionales el software debía ser programado en C# y debía correr en cualquier plataforma o sistema operativo. Se seleccionó C# para la programación entre otras cosas porque al ser el lenguaje principal de la plataforma .NET, tiene acceso a una amplia biblioteca de clases como la biblioteca de clases base (BCL) que posibilitan una amplia variedad de tareas, como la manipulación de datos, redes y gráficos.

Casos de uso

Los casos de uso sirven para que los analistas determinen lo que esperan y quieren los usuarios y representan diversas opciones (una funcionalidad, una actividad ejecutada por una persona con el sistema), lográndose detallar las acciones a efectuar por parte de los clientes gracias a su estudio [Báez, 2013]. En la Figura 2 se muestra el diagrama de casos de uso cuando el usuario elige la opción

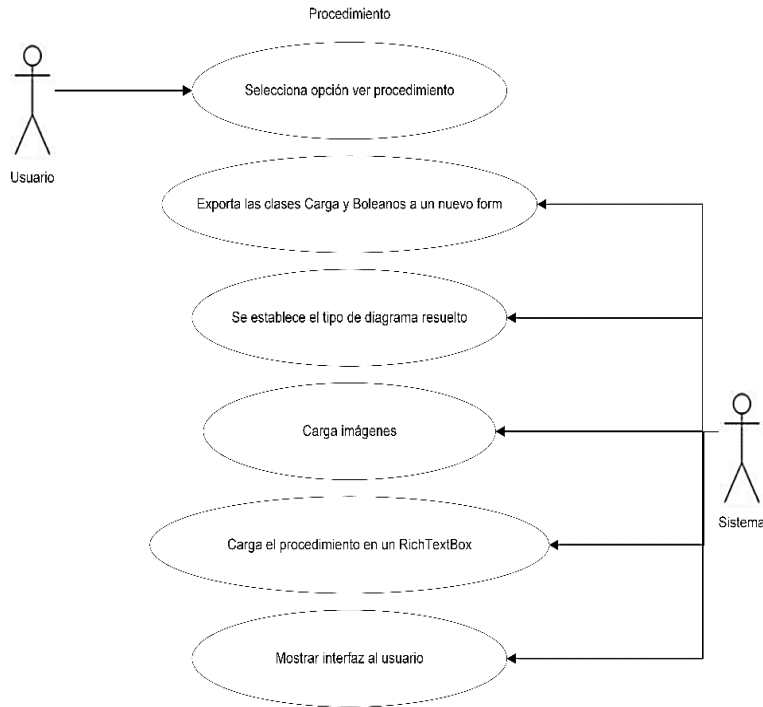
de "Resolver". En primer lugar, el usuario genera un diagrama de un circuito correctamente conectado. Posteriormente, el sistema solicita una validación por parte del usuario para proceder a la recolocación de los componentes, el repintado del lienzo y la asignación de valores. Este proceso garantiza que el usuario esté involucrado en la verificación y ajuste del circuito antes de que el sistema realice cambios significativos.



Fuente: elaboración propia

Figura 2 Diagrama del caso de uso resolver.

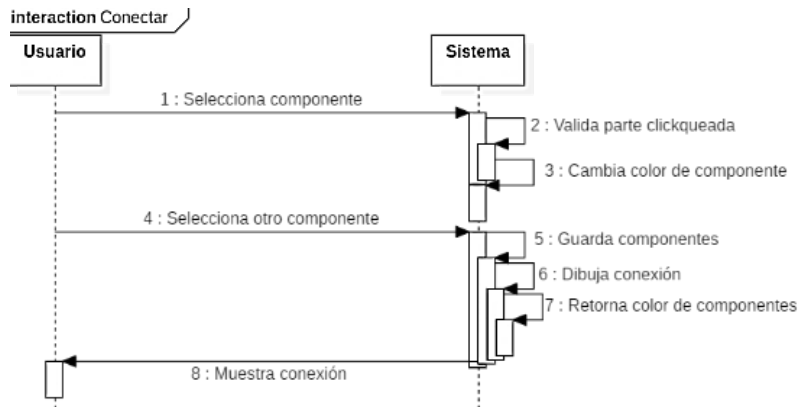
En la Figura 3, se visualiza el flujo del sistema después de que el usuario opta por la opción "ver Procedimiento". Después de ejecutarse la opción de "Resolver", el sistema exporta los recursos necesarios para el procedimiento y los carga en los elementos de un nuevo formulario que ha sido ajustado previamente. Este proceso asegura que los recursos esenciales estén disponibles y listos para el usuario al revisar el procedimiento.



Fuente: elaboración propia

Figura 3 Diagrama del caso de uso procedimiento.

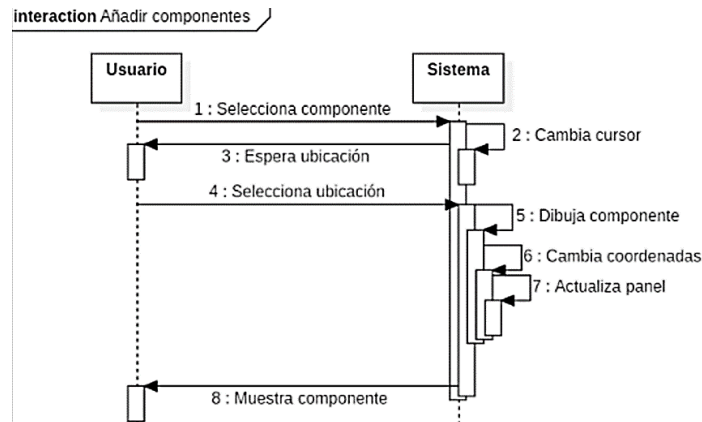
En la Figura 4 se muestra el diagrama UML de la conexión de dos componentes. Este procedimiento implica hacer clic en la parte del componente que se va a unir, ofreciendo dos opciones: positivo o negativo. Luego, el usuario selecciona el siguiente componente y repite el proceso. Este paso a paso asegura la adecuada unión de los componentes en el circuito, permitiendo al usuario especificar la polaridad deseada mediante una interfaz clara y sencilla.



Fuente: elaboración propia

Figura 4 Diagrama de conexión de dos componentes.

El diagrama de la Figura 5 muestra el diagrama de conexión para agregar componente. Este procedimiento comienza con el usuario seleccionando el componente deseado mediante un clic izquierdo del ratón. Luego, para incorporarlo al circuito, el usuario realiza un segundo clic en el lienzo.



Fuente: elaboración propia

Figura 5 Diagrama secuencial de añadir componentes.

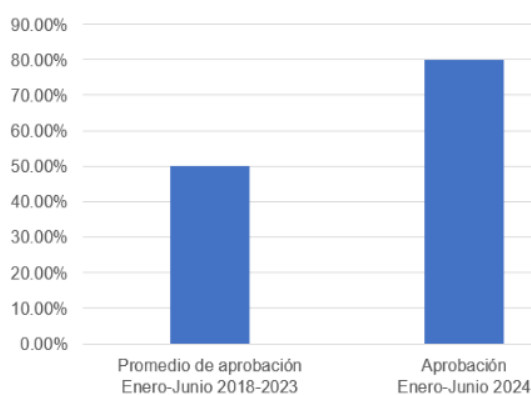
3. Resultados

En primera instancia el grupo en que se comprobó la eficacia del software didáctico fue el de Arquitectura de Computadoras, materia correspondiente al quinto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato en el semestre agosto-diciembre de 2023, ya que en este semestre se terminó la herramienta. La metodología consistió en aplicarles un examen sobre circuitos eléctricos de cd con diodos, en configuraciones en serie, paralelo, mallas y diodo Zener, generándose un índice de aprobación de 23%. Posteriormente, se les proporcionó la herramienta, se les volvió a aplicar un examen escrito y, además, realizaron el examen incluido en la sección de autoevaluación del software, lo cual promediado arrojó un índice de aprobación de 72%.

En el semestre enero-junio 2024 el software didáctico se utilizó en la materia de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales correspondiente al cuarto semestre de la misma carrera e institución educativa. En este semestre la metodología consistió en facilitar la herramienta desde el inicio de la unidad donde se tocan los temas de

circuitos eléctricos de cd con diodos, lo que complementó el aprendizaje adquirido en el aula. El alumnado pudo comprobar que los ejercicios que resolvían como tarea estaban correctamente resueltos, solventaron las dudas que tenían observando el procedimiento y verificaron su avance mediante la autoevaluación incluida en el software. Lo anterior convirtió a la herramienta en un poderoso aliado que los apoyó en su preparación para el examen escrito.

En este último semestre se obtuvo en primera oportunidad un índice de aprobación de 80% en el examen escrito, restando el 14% de estudiantes que desertaron del grupo antes de su aplicación. En la Figura 6 aparecen los resultados obtenidos por los grupos de la materia de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales a partir de 2018 y hasta 2024. Observamos una mejora de 30 puntos porcentuales si se considera que el promedio de aprobación de los grupos anteriores a 2024 fue de 50%. En 2018 y 2019 el índice de aprobación fue de 50%, en 2020 de 47%, en 2021 de 54% y en 2023 de 50%, información obtenida de los registros oficiales de aprobación y deserción de la materia en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

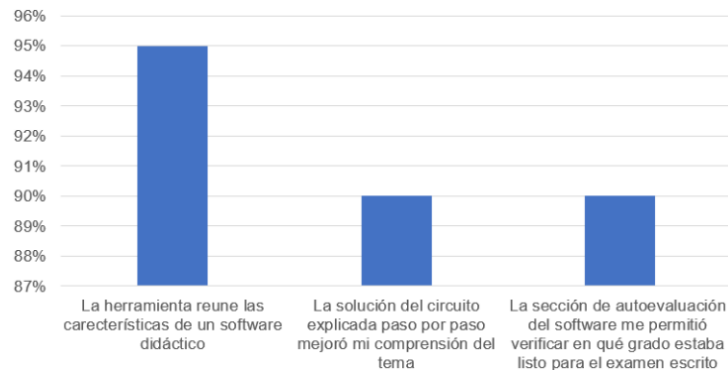


Fuente: elaboración propia

Figura 6 Índices de aprobación Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales.

Después del uso del software se aplicó una encuesta de satisfacción al alumnado para conocer su opinión sobre diferentes aspectos de este, observándose las respuestas más relevantes en la Figura 7. La presencia de las secciones de ayuda, solución explicada paso a paso y de autoevaluación en el software, entre otras, hizo que el alumnado en un porcentaje del 95% lo encontrara didáctico. El 90% consideró

que el hecho de estar explicadas las soluciones de los circuitos paso a paso mejoró su comprensión del tema, ya que se convirtió, en cierta medida, en un sustituto del profesor que soluciona ejemplos frente al pizarrón.



Fuente: elaboración propia

Figura 7 Resultados encuesta de satisfacción.

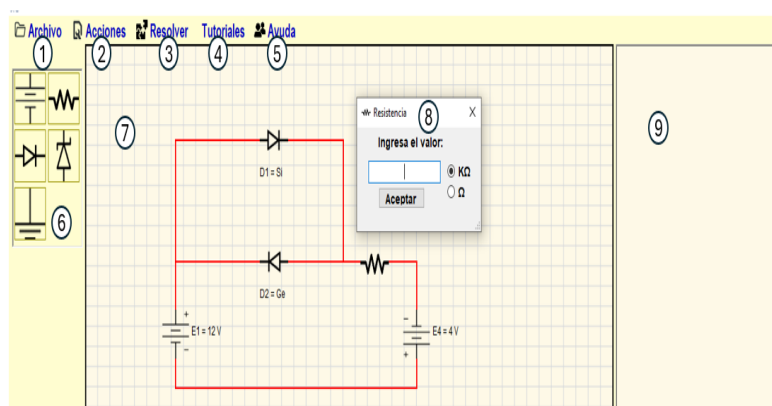
Para un estudiante es de gran importancia sentirse preparado para presentar un examen escrito, ya que esto lo libera de una gran dosis de estrés y nerviosismo, por lo que es de gran relevancia que el 90% opinara que el software les sirvió para lograr este propósito al contar con una sección de autoevaluación. Sección que además de arrojar la calificación obtenida, ofrece la posibilidad de observar el procedimiento de solución de cada ejercicio, permitiendo contrastar con lo calculado por el estudiante y encontrar y corregir sus errores.

Software

En la Figura 8 se observa la interfaz de usuario que aparece al abrir el software:

- La sección 1 muestra el apartado de Archivo, el que al ser activado despliega opciones tales como abrir, nuevo, guardar, guardar como e imprimir.
- La sección 2 llamada Acciones despliega las opciones de deshacer, rehacer, modificar y ver procedimiento de solución.
- La sección 3 de Resolver al ser activada despliega una ventana emergente donde se pregunta al usuario si los componentes se han conectado correctamente. En caso de no encontrar el software ninguna inconsistencia en la conexión se despliega la solución del circuito.

- La sección 4 de Tutoriales despliega una serie de videotutoriales que explican detalladamente el funcionamiento del software, desde como añadir componentes, como modificar sus valores, como conectarlos, como modificar, como resolver y como mostrar el procedimiento, entre otros.
- La sección 5 de Ayuda al ser seleccionada despliega las opciones de material teórico, auto evaluación, manual de usuario y acerca de.
- La sección 6 es la correspondiente al área de componentes, cuyas opciones son fuente de poder de cd, resistor, diodo, diodo Zener y tierra.
- La sección 7 es el lienzo para construcción de los circuitos, donde para adicionar componentes se seleccionan primero mediante el botón izquierdo del ratón en la sección 6. Esto hace que el cursor los arrastre a la sección 7 y al presionar el botón izquierdo del ratón se coloca en la posición deseada.
- En la sección 8 se muestra una ventana emergente que se activa en cada uno de los componentes al posar el cursor sobre ellos y presionar el botón derecho del ratón para modificar su valor.
- En la sección 9 aparecen los resultados generados al resolver el circuito, valores de corriente, voltaje y potencia para cada componente.

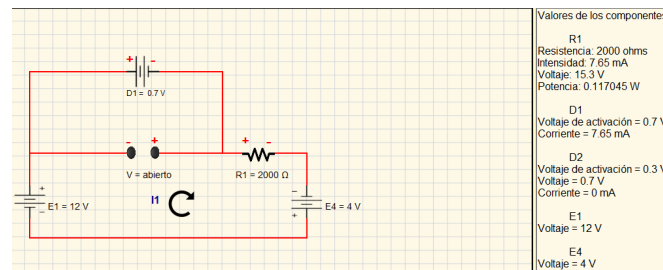


Fuente: elaboración propia

Figura 8 Interfaz de usuario del software.

En la Figura 9 aparece el mismo circuito construido en la Figura 8, pero después de haber seleccionado la opción de resolver. Se observa que tanto el resistor como los diodos presentan la polaridad correspondiente debida a la dirección de la corriente.

El usuario puede observar como la polaridad de los diodos determina su comportamiento, si se polariza inversamente se sustituye por un circuito abierto, pero si se polariza directamente se sustituye por una fuente de voltaje de 0.7 V para un diodo de Silicio o de 0.3 V para un diodo de Germanio. Lo anterior emula una explicación del comportamiento del circuito frente a un pizarrón. Se observa también que en la sección 9 aparecen los resultados generados al resolver el circuito para cada componente, valores tales como corriente, voltaje y potencia. La Figura 10 muestra la solución del circuito explicada paso a paso después de seleccionar la opción de procedimiento que se encuentra en la sección 2. En el panel de la derecha aparece el diagrama original, así como los que se generan al incorporar las modificaciones debidas a las polaridades en los diodos por el sentido de la corriente.



Fuente: elaboración propia

Figura 9 Circuito resuelto.

Resistencia:

Fuente: elaboración propia

Figura 10 Procedimiento de solución del circuito.

El diodo de silicio se sustituye por una fuente de 0.7 V al estar polarizado directamente, mientras que el diodo de germanio se sustituye por un circuito abierto por estar polarizado inversamente.

En la Figura 11 se muestra la opción de auto evaluación. En la sección 1 aparece un circuito eléctrico de cd con diodos con valores predeterminados. El usuario debe realizar los cálculos que se piden en 4 incisos y seleccionar una de cuatro opciones en la sección 2. En la sección 3 aparece el número de ejercicio que se está resolviendo. La sección 4 muestra el tiempo restante y en la sección 5 aparece el ícono de una flecha que hace avanzar al siguiente ejercicio una vez que se respondieron todos los incisos. En la sección 6 aparece la calificación obtenida una vez terminados todos los ejercicios. Cabe mencionar que el usuario puede acceder a la solución de cada ejercicio una vez que terminó el examen si así lo desea.

Regresar

Páginas: 3/4

Tiempo Restante: 01:29:25

Circuito sobre mallas

¿Cuál es la corriente que pasa a través del diodo D2?

¿Cuál es la corriente que fluye a través de la resistencia R2?

¿Cuál es el voltaje y potencia a través de la resistencia R1?

¿Cuál es la corriente que pasa a través del diodo D1?

Fuente: elaboración propia

Figura 11 Sección de autoevaluación.

El software incluye también una sección de contenidos teóricos con los conceptos, leyes y teorías que gobiernan el análisis de circuitos eléctricos de cd con diodos y un manual de usuario, ambos en formato PDF. Incluye también una sección de videotutoriales sobre el uso del software. Todos estos elementos pueden abrirse desde los menús de la interfaz de usuario.

4. Discusión

Los softwares didácticos se han constituido en una herramienta de primera importancia en la formación del alumnado de ingeniería, ya que permiten la comprobación y aplicación de los conceptos teóricos en un ambiente controlado

antes de llevarlos a la práctica. Además, permiten que el estudiante aprenda por su cuenta o complemente lo aprendido en las aulas a su propio ritmo, corrigiendo los errores que surgen durante el proceso ya que pueden acceder a una retroalimentación inmediata mediante la autoevaluación. En este orden de ideas, el conocer específicamente el grado de comprensión y aprendizaje de un tema le brinda al alumnado una seguridad en sí mismo que se visibiliza en su desempeño escolar. Por otro lado, el uso de software didáctico como parte fundamental de las TIC, brinda al alumnado la adquisición de competencias digitales que los prepara para enfrentar un campo laboral en cambio constante y de amplia exigencia. Y es que el uso de las TIC puede favorecer el desarrollo de competencias que difícilmente pueden desarrollarse en cursos teóricos en las aulas, por motivos tales como un alto número de alumnado o la necesidad de aplicar un proceso o método para cuya asimilación es imprescindible verlo muchas veces [Garza, 2015].

Sin embargo, no debe caerse en el error de considerar que el software didáctico sustituye la interacción directa con profesores y compañeros, ya que esta última brinda herramientas de desenvolvimiento social e inteligencia emocional que son indispensables en el campo laboral actual. Además, aporta a las habilidades blandas referidas como cualidades de las personas, actitudes y competencias que afectan la forma de interactuar y relacionarse con los demás en diversos entornos, sobre todo en el laboral [Guzmán, 2023].

5. Conclusiones

Como resultado del presente trabajo de investigación se generó un software didáctico para la solución de circuitos eléctricos de cd con diodos, el cual no genera gastos por mantenimiento o uso de licencias y está contemplado en una primera fase para uso exclusivo de la institución. El software permite que el usuario conecte componentes en diversas configuraciones. Posteriormente, genera la solución cuya principal aportación es que presenta un procedimiento que explica minuciosamente cada paso involucrado para obtener los valores de corriente, voltaje y potencia. Además, presenta gráficamente la polarización de cada componente, generando circuitos subsecuentes en los que se sustituyen los diodos por corto circuitos o

fuentes de voltaje dependiendo de si se polarizan directa o indirectamente. El software cuenta también con una sección de autoevaluación que permite medir el grado de comprensión y aprendizaje del estudiante.

Las áreas de mejora del software incluyen la posibilidad de abarcar la aplicación de corriente alterna a los circuitos con diodos para ampliar el número de casos de solución y análisis a la rectificación de media onda y onda completa.

La utilización del software por parte del alumnado arrojó una mejora de 30 puntos porcentuales en los índices de aprobación en la materia de Principios Eléctricos y Aplicaciones Digitales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el tema de circuitos eléctricos de cd con diodos. Lo anterior comparando los resultados obtenidos desde 2018 con los del semestre enero-junio de 2024 cuando se utilizó el software. Ya que si bien existen diversas herramientas que el alumnado usa para apuntalar el aprendizaje, tanto de software libre, como de pago, estas solo presentan los resultados y no el procedimiento de solución ni medios de autoevaluación. Por lo tanto, se concluye que el software didáctico impacta positivamente la forma en que se enseña y aprende la ingeniería en la actualidad, pero que no es un sustituto de la interacción entre el alumno, el profesor y sus compañeros.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Albiter, J., Mendoza, R., Dorantes, E. El pensamiento computacional en la electrónica: la importancia del software de simulación en la comprensión del principio de funcionamiento de los componentes electrónicos. *3C TIC*, 8(4), 85-113, 2019.
- [2] Báez Pérez, C., Suárez, M. *Proceso de desarrollo de software: basado en la articulación de RUP y CMMI priorizando su calidad*. Colombia: Tunja, Universidad de Boyacá, 2013.
- [3] Cunha, B., Nunes, Dutra, P., Machado, F., Mendes, S., Rodrigues, T., da Silva, C. *Didactronic: A low-cost and portable didactic lab for electronics: Kit for digital and analog electronic circuits*. IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), Seattle, WA, USA. 296-303, 2016.

- [4] Figueroa, M. MeISE: Metodología de ingeniería de software educativo. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 2(1), 10-18, 2009.
- [5] Garza, J., Alonso, G., Cubero, A. El valor añadido por las TIC a la formación de competencias en estudiantes de ingeniería. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31, 1-13, 2015.
- [6] Gómez, S., Moraleda, E. Aproximación a la Ingeniería del Software. España: Centro de Estudios Ramón Areces, 2020.
- [7] Guzmán, F., Gil, L., Zayas, E., Moreno, M., Medrano, D. Desarrollo de habilidades blandas mediante aprendizaje basado en proyectos en educación superior. *Pistas Educativas*, 45(145), 77-189, 2023.
- [8] Hernández, R., Mendoza, C. Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México: Mc GrawHill, 2018.
- [9] Martínez, M., Collazo, Z., Guardarrama, J. Empleo del simulador PhET como recurso educativo en el aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Horizonte pedagógico (La Habana)*, 11(3), 23-33. 2022.
- [10] Pereira, R., Jucá, S. Didactic tool for practical testing of digital voltage grading applications. In 2015 IEEE 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC). 1-6, 2015.
- [11] Pérez, M. Propuesta metodológica para el empleo del software educativo como recurso didáctico en la formación investigativa. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 7(2), 21-30. 2019.
- [12] Ramírez, L., Puerto, K., García, L. Metodología para el análisis y diseño de circuitos con transistores y diodos en asignaturas de electrónica utilizando una herramienta computacional. *Eco Matemático*, 12(2), 14-24. 2021.
- [13] Sampaio, L., De Brito, M., e Melo, G., Canesin, C. Power Electronics course: Analysis and evaluation of the educational software and the environment learning. In XI IEEE Brazilian Power Electronics Conference. 1044-1049, 2011.