



Educación

Secretaría de Educación Pública



INSTITUTO TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 07/mayo/2026
Oficio No. 102/2026

NORMA OROCIO CASTRO
EGRESADO DEL PROGRAMA DE LA
MAESTRÍA EN ADMINISTRACION
PRESENTE

El que suscribe, jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de acuerdo con la solicitud del oficio No. 101/2026, me permito comunicar a Usted que se **AUTORIZA** la impresión de su trabajo de tesis titulado: **"APLICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE INTERACTIVA Y COLABORATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS"** para que con ello pueda usted continuar con los trámites para la obtención de grado de Maestro en Ingeniería Electrónica.

Lo anterior de conformidad con el dictamen emitido favorablemente por los integrantes del H. Comité Tutorial, integrado por:

EFREN FLORES GARCIA

Presidente

RAMON DIAZ DE LEON ZAPATA

Secretario

JUAN MANUEL FORTUNA CERVANTES

Vocal Propietario

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Con Tecnología y Espíritu una Patria Forjaré®

DR. JOSÉ ISAÍAS MARTINEZ CORONA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE
ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

Copias Coordinación de la Maestría en Ingeniería Electrónica.
Expediente.

JIMC/acb



2026
año de
Margarita
Maza



Av. Tecnológico S/N Col. Unidad Ponciano Arriaga C.P. 78437 Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.
Tel. (444) 8-18-21-36 y 8-04-76-00 www.slp.tecnm.mx



Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

APLICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE
INTERACTIVA Y COLABORATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tesis para obtener el grado de:

Maestría en Ingeniería Electrónica

Presenta:

Norma Orocio Castro

Director de tesis:

Dr. Efrén Flores García

Contenido

Capítulo 1 Introducción	5
1.1 Justificación	5
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Objetivos	6
Capítulo 2 Marco Teórico	7
Capítulo 3 Desarrollo de la Metodología	10
3.1 Etapa 1: Análisis.....	10
3.2 Etapa 2: Diseño de las Prácticas	12
3.3 Etapa 3: Implementación Técnica y Pedagógica	17
3.3.1 Implementación Técnica	17
3.3.2 Implementación Pedagógica.....	24
3.4 Etapa 4: Pruebas.....	26
Capítulo 4 Resultados.....	29
4.1 Implementación de la HAIC	29
4.2 Resultados de la percepción del aprendizaje.....	30
4.3 Evaluación docente de la viabilidad de la HAIC.....	32
4.4. Discusión de resultados	34
Capítulo 5 Conclusiones	36
Capítulo 6 Trabajos Futuros.....	37
Referencias	38
Anexo A Práctica 1 Resistencia equivalente.....	39
Anexo B Práctica 2 Resistencia equivalente.	44
Anexo C Práctica 3 Verificación Experimental del Divisor de Voltaje.....	50
Anexo D Práctica 4 Análisis de Nodos.	56
Anexo E Práctica 5 Verificación experimental del Teorema de Superposición.	62
Anexo F Formato para el Reporte de la Práctica.....	69
Anexo G Rúbrica analítica de observación docente para la evaluación de viabilidad de la HAIC.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Etapas de desarrollo de la HAIC.</i>	10
Tabla 2	<i>Necesidades funcionales y no funcionales del docente y del estudiante.</i>	12
Tabla 3	<i>Formato de diseño para las prácticas en el modelo de competencias.</i>	13
Tabla 4	<i>Descripción de las prácticas para la HAIC.</i>	16
Tabla 5	<i>Secuencia de pasos para la implementación de las prácticas en Tinkercad.</i>	20
Tabla 6	<i>Etapas para la prueba de desempeño de la HAIC.</i>	26
Tabla 7	<i>Valoración de la conformidad del aprendizaje de los estudiantes al aplicar la HAIC.</i>	30
Tabla 8	<i>Estadísticos descriptivos de la percepción del aprendizaje usando la HAIC.</i>	31
Tabla 9	<i>Evaluación de la viabilidad de la HAIC por el colegiado docente.</i>	33

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ejemplo de redacción de objetivo y competencia específica en el Modelo Educativo de Competencias en las prácticas propuestas.</i>	15
Figura 2 <i>Ejemplo de sugerencias para el estudiante en la Práctica No. 2.</i>	16
Figura 3 <i>Panel principal de Tinkercad.</i>	18
Figura 4 <i>Comparativa de la placa de pruebas en Tinkercad vs. protoboard real.</i>	19
Figura 5 <i>Clases creadas en Tinkercad.</i>	19
Figura 6 <i>Actividades para la Clase de Análisis de Circuitos Eléctricos implementadas en Tinkercad.</i>	20
Figura 7 <i>Pantalla en Tinkercad que muestra los circuitos que comparte el profesor y los circuitos elaborados por los estudiantes en la actividad para la práctica de divisor de voltaje.</i>	24
Figura 8 <i>Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa formada por el software de simulación Tinkercad y la plataforma gestora de aprendizaje.</i>	26
Figura 9 <i>Teorema de superposición en la HAIC.</i>	27
Figura 10 <i>Cuestionario de conformidad de aprendizaje.</i>	28
Figura 11 <i>Percepción estudiantil de la HAIC por ítem evaluado.</i>	32
Figura 12 <i>Dimensiones evaluadas por el colegiado docente.</i>	33
Figura 13 <i>Comparación de medias globales entre docentes y estudiantes.</i>	34

Capítulo 1

Introducción

La enseñanza de circuitos eléctricos de corriente continua (CD) en los programas de ingeniería enfrenta grandes desafíos para vincular los conocimientos teóricos que aprenden los estudiantes y su capacidad para aplicarlos en la práctica. En los laboratorios presenciales, se enfrentan limitaciones importantes para los docentes y los estudiantes, como la disponibilidad limitada de equipos y los riesgos asociados a un manejo inadecuado de estos, por otro lado, el acceso desigual a los recursos para la adquisición de componentes y equipos básicos de medición genera diferencias significativas en las oportunidades de aprendizaje práctico, lo que limita la aplicación del modelo educativo basado en competencias, el cual propone que el aprendizaje debe orientarse hacia la integración sistémica del saber (conceptual) y el saber hacer (procedimental) en situaciones reales (Osorio Vanegas et al., 2025).

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar herramientas interactivas con ambientes muy cercanos a la realidad, de aprendizaje colaborativo y accesibles para el estudiante y el docente, que contribuyan a la disminución de los costos educacionales, con materiales en formato digital que permitan la variación en la velocidad de aprendizaje en entornos presenciales y semipresenciales. Con este proyecto se busca promover una formación integral del estudiante a través del uso de una Herramienta Interactiva de Aprendizaje Colaborativa (HAIC), que incorpore la práctica virtual a la comprensión de conceptos teóricos en el análisis de circuitos eléctricos de CD.

1.1 Justificación

Los laboratorios virtuales basados en Tinkercad han demostrado ser una alternativa eficaz a los entornos físicos tradicionales en la enseñanza de la electrónica (Handayani et al., 2024). Asimismo, la calidad y la efectividad de las LMS dependen de factores técnicos, pedagógicos, administrativos y de usabilidad que influyen directamente en la satisfacción y el rendimiento de los estudiantes (Mora Secaira et al., 2025). La dimensión pedagógica de la LMS Google Classroom garantiza la implementación de estrategias de enseñanza innovadoras, la interacción, la evaluación del aprendizaje y su técnica, garantizan el funcionamiento estable y compatible con Tinkercad, la usabilidad facilita una experiencia de usuario accesible e intuitiva, mientras que su dimensión administrativa permite la gestión eficiente del progreso académico, por lo que el desarrollo de una HAIC para la enseñanza de circuitos eléctricos de CD compuesta por Tinkercad y Google Classroom, ofrece un espacio gratuito, de uso intuitivo, seguro y permanentemente disponible para

que los estudiantes experimenten, manipulen variables y verifiquen conceptos fundamentales del análisis de circuitos eléctricos, superando las limitaciones de los laboratorios físicos, todo ello con la guía técnica y la enseñanza conceptual pertinente. La importancia de esta investigación radica en:

- Ofrecer una herramienta a los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí (ITSLP) que les sea de utilidad para cubrir totalmente el programa de la asignatura de análisis de circuitos eléctricos, ya que, a diferencia de otras carreras similares, el contenido temático es el doble de temas de lo que usualmente contienen asignaturas equivalentes.
- Fortalecer la motivación, la comprensión conceptual y las habilidades prácticas en el análisis de los circuitos eléctricos de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica y carreras afines del ITSLP, contribuyendo a la innovación educativa en el campo de la ingeniería eléctrica y electrónica, ofreciendo una alternativa relevante y viable para apoyar a los docentes en la transición a entornos tecnológicos, alineándose con las demandas actuales de los sectores educativos; particularmente en educación a distancia y mixta, así como las necesidades del sector empresarial.

1.2 Planteamiento del problema

La creciente demanda de integrar tecnologías educativas en los procesos formativos plantea la necesidad de ambientes de aprendizaje interactivos, que sean de fácil acceso y gradúen o escalonen el aprendizaje. En este contexto, se desconoce hasta qué punto una herramienta de aprendizaje interactiva y colaborativa, como la integración del simulador Tinkercad y la LMS Classroom, puede contribuir a mejorar la comprensión conceptual vinculada a la experimentación en el análisis de circuitos eléctricos de CD. El desconocimiento sobre los efectos pedagógicos de esta herramienta integrada es un problema que requiere investigación.

1.3 Objetivos

Objetivo General:

- Desarrollar una Herramienta de Aprendizaje Interactivo Colaborativo -HAIC-, conformada por Tinkercad y Google Classroom, y evaluar su efectividad en la comprensión conceptual y el análisis en el aprendizaje práctico de circuitos eléctricos de CD en un ambiente virtual.

Objetivos específicos:

- Diseñar prácticas de circuitos eléctricos de CD que fortalezcan el desarrollo de habilidades procedimentales y experimentales en el marco del modelo de competencias.
- Implementar las prácticas de circuitos eléctricos de CD en Tinkercad, que permitan vincular la teoría con la práctica de forma muy parecida a un contexto de un laboratorio presencial.
- Integrar la LMS con Tinkercad como medio estratégico de enseñanza-aprendizaje y de seguimiento académico.
- Evaluar el desarrollo de habilidades digitales, técnicas y analíticas y el impacto de HAIC en el fortalecimiento del aprendizaje práctico de circuitos eléctricos de CD.

Capítulo 2

Marco Teórico

La formación en ingeniería se enfrenta actualmente al reto de integrar herramientas tecnológicas que fortalezcan el aprendizaje práctico y significativo de los estudiantes, especialmente en áreas donde la comprensión conceptual requiere experimentación y resolución de problemas. En este contexto, la implementación de entornos virtuales de aprendizaje, simuladores interactivos y plataformas LMS ha adquirido una relevancia importante como estrategia para fortalecer, complementar o reemplazar parcialmente los laboratorios físicos tradicionales.

En la formación de estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y áreas afines, el aprendizaje de los circuitos eléctricos de CD es una de las bases fundamentales, sin embargo, hay varios factores que dificultan el desarrollo adecuado de las competencias prácticas, como la limitada disponibilidad de laboratorios, los costos de las componentes y equipos electrónicos, el poco tiempo para la experimentación y los riesgos por la manipulación incorrecta de los componentes y equipos en el laboratorio. Son precisamente estas limitaciones, las que han impulsado la incorporación de tecnologías digitales orientadas a fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante experiencias interactivas y de fácil acceso.

Según el enfoque educativo basado en competencias, el aprendizaje no debe limitarse únicamente a la adquisición teórica, sino que debe integrar sistémicamente el desarrollo de habilidades y actitudes orientadas a la resolución de problemas en contextos reales o simulados. Tobón (2013) señala que las competencias integran el saber conocer, saber hacer, saber ser y saber vivir, para que los estudiantes apliquen sus conocimientos de forma pertinente y colaborativa. Desde este enfoque, las prácticas de laboratorio constituyen un instrumento didáctico esencial que vincula la teoría con la experimentación y promueve el aprendizaje significativo.

El aprendizaje significativo se produce cuando se relacionan conocimientos nuevos con sus estructuras cognitivas previas, lo que permite una comprensión profunda y funcional de los conceptos. En la enseñanza de circuitos eléctricos, este proceso requiere actividades que favorezcan la observación, manipulación y análisis de variables eléctricas en diferentes configuraciones de circuitos. Por ello, los entornos de simulación virtual ofrecen una alternativa viable para fortalecer la comprensión conceptual y procedimental.

Los laboratorios virtuales han demostrado ser herramientas eficaces para la enseñanza de la ingeniería y la electrónica. Handayani et al. (2024) señalan que las plataformas de simulación permiten a los estudiantes experimentar de forma segura, flexible y repetida, fomentando el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas. Asimismo, Troncoso Pastoriza et al. (2025) indican que el uso de Tinkercad mejora el desempeño práctico y la confianza de los estudiantes en actividades relacionadas con la electrónica y el análisis de circuitos.

Tinkercad es una herramienta de simulación desarrollada para el diseño y la prueba de circuitos electrónicos en un entorno virtual interactivo. Sus principales ventajas incluyen su acceso gratuito, funcionalidad en línea, interfaz intuitiva y capacidad para simular circuitos con un comportamiento similar al de un laboratorio físico. Además, permite la manipulación directa de componentes electrónicos, la medición de variables eléctricas y el trabajo colaborativo en tiempo real, características que fomentan el aprendizaje activo y experimental.

El aprendizaje activo implica que los estudiantes participen directamente en la construcción de su conocimiento mediante actividades como el análisis, la experimentación y la resolución de problemas. En este sentido, la simulación digital fomenta la participación del estudiante al permitirle modificar parámetros, observar resultados inmediatos y comparar los resultados teóricos con los obtenidos experimentalmente. Estas actividades promueven procesos metacognitivos relacionados con la autorregulación y la reflexión sobre el propio aprendizaje.

El aprendizaje autorregulado consiste en la capacidad del estudiante para realizar de manera autónoma la planificación, el monitoreo y evaluación de sus propios procesos cognitivos. Hartelt y Martens (2024) indican que las herramientas digitales pueden fortalecer la metacognición y la autoeficacia cuando se implementan en entornos pedagógicos estructurados. De manera similar, Fahrni et al. (2025) concluyen que la tecnología digital contribuye al aprendizaje autorregulado cuando se integra mediante estrategias pedagógicas apropiadas y no simplemente como un recurso tecnológico aislado.

Por otra parte, las plataformas gestoras de aprendizaje o Learning Management Systems (LMS) permiten organizar el contenido, distribuir actividades, evaluar el desempeño y facilitar la comunicación entre docentes y estudiantes. Estas plataformas se han convertido en un componente esencial de los modelos educativos contemporáneos, especialmente en las modalidades de aprendizaje híbrido, virtual y

semipresencial. Entre las plataformas LMS más utilizadas en la educación superior se encuentra Google Classroom, la cual permite la gestión de las actividades académicas, compartir recursos digitales, la retroalimentación y el seguimiento del progreso de los estudiantes. Mora Secaira et al. (2025) señalan que la calidad de una LMS depende de dimensiones pedagógicas, técnicas, administrativas y de usabilidad, que influyen directamente en la satisfacción y el rendimiento de los estudiantes.

La integración de simuladores virtuales con plataformas LMS fomentan la creación de ambientes de aprendizaje colaborativos y estructurados. En estos entornos, los estudiantes pueden acceder a recursos teóricos, realizar actividades prácticas, interactuar con sus compañeros y recibir retroalimentación continua dentro de un mismo ecosistema digital. Udvaros y Psenakova (2025) destacan que la integración de Tinkercad en metodologías de aprendizaje activo fortalece la motivación, la participación y el trabajo colaborativo.

El aprendizaje colaborativo es otro elemento fundamental para el desarrollo de competencias en ingeniería. Este enfoque impulsa la construcción colaborativa del conocimiento mediante la discusión de ideas y la resolución compartida de problemas complejos. En las actividades de análisis de circuitos eléctricos, el trabajo colaborativo facilita la interpretación de resultados, la comparación de estrategias de solución y el desarrollo de habilidades de comunicación técnica.

En este contexto, la integración de Tinkercad y Google Classroom permite la creación de una Herramienta de Aprendizaje Interactivo y Colaborativo (HAIC), diseñada para fortalecer el aprendizaje práctico de circuitos eléctricos de corriente continua mediante un entorno accesible y flexible que se asemeja a un laboratorio presencial. La combinación de ambas plataformas posibilita la organización pedagógica de las actividades, la simulación de circuitos, la colaboración en tiempo real y el seguimiento académico de los estudiantes.

A partir de la revisión de la literatura, se observa que existen investigaciones sobre el uso de simuladores virtuales y plataformas LMS en la enseñanza de la ingeniería; sin embargo, no se identificaron estudios específicamente enfocados en el desarrollo de una herramienta integrada basada en Tinkercad y Google Classroom aplicada al análisis de circuitos eléctricos de corriente continua mediante un enfoque de aprendizaje colaborativo y basado en competencias. Por lo tanto, este trabajo busca contribuir al fortalecimiento de estrategias de didácticas innovadoras para circuitos eléctricos en programas de ingeniería.

Capítulo 3

Desarrollo de la Metodología

La metodología para el desarrollo de la aplicación de la Herramienta de Aprendizaje Interactiva y Colaborativa -HAIC- para la enseñanza de circuitos eléctricos, comprendió las cuatro etapas indicadas en la tabla 1.

Tabla 1

Etapas de desarrollo de la HAIC.

Etapa	Características
Análisis	Revisión de necesidades pedagógicas y técnicas de los usuarios.
Diseño de las prácticas	Diseño pedagógico de las prácticas como instrumentos didácticos.
Implementación Técnica y pedagógica	Implementación de los instrumentos didácticos en la HAIC.
Pruebas	Pruebas de desempeño y aceptación de la HAIC.

Nota. Elaboración propia.

3.1 Etapa 1: Análisis

Para identificar las necesidades pedagógicas de la HAIC, se cuenta con el apoyo de un colegiado de docentes que realizaron la revisión de los planes de estudio vigentes, de los Programas Educativos -PE- de Ingeniería Eléctrica (plan IELE-2010-209), Ingeniería Electrónica (plan IELC-2010-211), Ingeniería en Semiconductores (ISEM-2023-244) e Ingeniería Mecatrónica (plan IMCT-2010-229) del Sistema de Institutos Tecnológicos, para determinar las asignaturas en las cuales sea viable aplicar la HAIC, por la necesidad de realizar actividades que integren el conocimiento con la práctica para lograr que el estudiante tenga un aprendizaje significativo y los estudiantes se autorregulan y planifiquen, monitoreando y evaluando metacognitivamente su aprendizaje (Hartelt et al., 2024), como por su importancia en la retícula de cada carrera, su aporte directo al perfil de egreso y a otras asignaturas dentro de la retícula, las asignaturas seleccionadas son:

- ✓ Circuitos Eléctricos I con clave oficial ETF- ELJ-1002 (Ing. Eléctrica)
- ✓ Circuitos Eléctricos I con clave oficial ETF-1004 (Ing. Electrónica)
- ✓ Análisis de Circuitos Eléctricos con clave oficial MTJ-1002 (Ing. Mecatrónica)

✓ Circuitos Eléctricos con clave oficial SEF-2303 (Ing. en Semiconductores)

Considerando los temas en común de las asignaturas, los de más impacto y con mayores problemas de aprendizaje (de acuerdo con la experiencia de los docentes que imparten las materias), las unidades temáticas elegidas para que los estudiantes logren los objetivos educativos y los atributos de egreso establecidos para cada uno de los PE antes señalados son:

Resistencia equivalente, Leyes de Corriente y Voltaje de Kirchhoff, ya que son las bases para el aprendizaje de todos los métodos de análisis en los circuitos eléctricos, tanto de corriente directa -CD-, como de corriente alterna -CA-. Según Alexander & Sadiku (2013), “*Las leyes de Kirchhoff constituyen la base del análisis de circuitos eléctricos, ya que expresan de manera matemática la conservación de la energía y de la carga dentro de un sistema*”.

Divisor de Voltaje, por ser un método muy importante para el cálculo de voltajes en circuitos de aplicación, con amplificadores operacionales, redes de control, etc. Que son de mucha importancia en asignaturas posteriores en las carreras antes señaladas. De acuerdo con Floyd (2012), “*El divisor de voltaje es un principio básico que permite obtener fracciones del voltaje de una fuente utilizando resistencias conectadas en serie*”.

Una de las competencias que deben alcanzar los estudiantes que cursan las asignaturas seleccionadas para aplicar la HAIC, es que el estudiante *aplique eficazmente diferentes métodos y técnicas de análisis para la resolución de problemas de circuitos eléctricos en CD*. Con base en la experiencia del colegiado docente que imparte las asignaturas, unos de los temas que son más complicados de abordar matemáticamente y en laboratorio para los estudiantes, son los métodos de *Análisis de Nodos y Superposición*, los cuales son muy importantes para el aprendizaje de otros métodos en estas asignaturas y en asignaturas más avanzadas, en donde entre otros, se estudia la solución de problemas de circuitos eléctricos en CA con estos mismos métodos pero con la variante de la aplicación de números complejos, por lo cual también se incluyen.

Una vez definidos los temas y considerando el uso de la HAIC, se define como instrumento didáctico la práctica de laboratorio virtual, desarrollada específicamente para cada tema, en un entorno que replica virtualmente las condiciones de un laboratorio físico. Según Tobón (2013), el diseño pedagógico de una práctica de laboratorio orientada al aprendizaje, dentro del modelo educativo basado en competencias, debe estructurarse de manera que el estudiante desarrolle simultáneamente conocimientos conceptuales, habilidades procedimentales y actitudes colaborativas y profesionales. En la Tabla 2 se indican las necesidades técnicas para la HAIC

determinadas por el colegiado. Tanto las necesidades pedagógicas como técnicas establecen las bases del proyecto.

Tabla 2

Necesidades funcionales y no funcionales del docente y del estudiante.

	Requerimientos Funcionales	Requerimientos no Funcionales
Docente	Implementación de las prácticas en un ambiente muy cercano a la realidad de un laboratorio.	Resultados de las prácticas acordes a la realidad y verificables. Realización de las prácticas en tiempo real de manera colaborativa y de fácil monitoreo.
	Evaluación directa y rápida de las prácticas	Revisión y retroalimentación oportuna
	Fácil acceso y uso	Intuitiva y fácil de usar.
	Integración a herramientas externas gestoras del aprendizaje	Administración de actividades pedagógicas
Estudiante	Contar con un medio de fácil acceso simultáneo, favoreciendo el trabajo colaborativo en tiempo real.	Tiempos de respuesta oportunos.
	Comunicación directa con el docente y compañeros de equipo	Comunicación bidireccional y multidireccional.
	Sin costo, de fácil acceso y uso	Reglas de ingreso y uso

Nota. Elaboración propia.

3.2 Etapa 2: Diseño de las Prácticas

Una práctica en el enfoque de competencias es un instrumento didáctico fundamental que facilita el aprendizaje activo, permite desarrollar competencias, genera evidencias de desempeño y permite al estudiante aprender en un contexto real o simulado. Tobón (2013) señala que, en el modelo por

competencias las prácticas tienen que integrar el conocimiento de conceptos, con el experimento físico y la reflexión, por lo cual un aspecto muy importante tomado en cuenta al diseñar las prácticas es que, la práctica debe ir más allá de la verificación teórica, el estudiante debe analizar y resolver circuitos eléctricos, utilizando métodos adecuados, integrando conocimientos teóricos y habilidades prácticas.

En el enfoque por competencias la práctica una estrategia pedagógica fundamental, ya que articula el saber con el saber hacer, promueve aprendizajes significativos y proporciona evidencias de desempeño, necesarias para una evaluar de manera integral. En concordancia con lo anterior y considerando que en la HAIC la implementación de las prácticas es en un ambiente muy cercano a la realidad de un laboratorio, se diseñaron cinco prácticas de acuerdo con el formato de diseño especificado en la Tabla 3.

Tabla 3

Formato de diseño para las prácticas en el modelo de competencias.

Apartado	Característica
Nombre de la práctica.	Nombre corto y breve, que en una oración identifica el tema.
Objetivo.	Basándose en el Modelo Educativo en Competencias, el objetivo de cada práctica se describe centrándose <i>en lo que el estudiante debe alcanzar</i> al realizar la práctica en la HAIC, es decir, en lo que es capaz de hacer, cómo lo hace y para qué lo hace.
Competencia específica.	Una competencia combina saberes, habilidades y actitudes para resolver problemas (Tobón, 2023), integra el: saber (conocimiento), saber hacer (habilidad), saber ser (actitudes y valores), saber convivir (interacción y colaboración). Por lo tanto, las competencias indicadas en cada práctica integran la dimensión conceptual, la ejecución práctica responsable en el HAIC y la evidencia de un trabajo colaborativo efectivo por parte del estudiante.

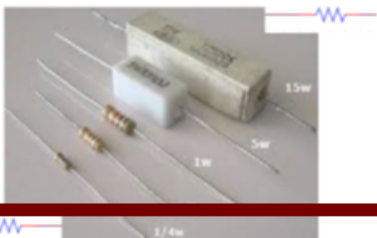
Material y Equipo Requerido.	Se enlistan los instrumentos y elementos requeridos con sus especificaciones.
Metodología de las prácticas:	La metodología en cada práctica diseñada comprende tres ejes: Eje 1: Actividades de aprendizaje previas para la realización de la práctica. Se establecen actividades de preparación para la realización de la práctica, como pueden ser la consulta de diversas fuentes para aprender o reforzar los conceptos del tema, o para consultar el buen uso de los instrumentos a emplear en el desarrollo de la práctica. Eje 2: Ejecución de la práctica. Se indica la metodología para el desarrollo de la práctica, desde el análisis teórico, donde el estudiante aplica los conceptos, técnicas o métodos necesarios para la realización de la práctica, hasta las indicaciones para implementar el circuito en la HAIC y obtener los resultados solicitados. Eje 3: Elaboración del reporte. Se establecen los formatos y condiciones de entrega de evidencias de realización de la práctica, así como de los resultados obtenidos.
Sugerencias para el Estudiante.	Además de la información proporcionada para la realización de la práctica, se ofrecen sugerencias que permiten al estudiante complementar la preparación para el buen desarrollo de las prácticas, tal como se muestra en la figura 2.
Bibliografía	Se proporcionan al estudiante las fuentes sugeridas para consultar información sobre los temas abordados en la práctica.

Nota. Elaboración propia.

Figura 1

Ejemplo de redacción de objetivo y competencia específica en el Modelo Educativo de Competencias en las prácticas propuestas.

Práctica No. 1



Nombre de la Práctica:

Resistencia Equivalente.

Objetivo de la Práctica:

Analizar y validar el comportamiento de los circuitos resistivos reduciendo las resistencias equivalentes utilizando una Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC).

Competencia específica:

El estudiante analiza y simplifica circuitos eléctricos mediante la aplicación de reducción de resistencias en serie, paralelo y mixtos empleando la HAIC.

Competencias transversales:

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Utiliza herramientas de simulación digital para el análisis y la validación de circuitos eléctricos.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad® <https://www.tinkercad.com/dashboard>

Plataforma Google Classroom®

Nota: Elaboración propia, basado en el modelo de competencias.

Figura 2

Ejemplo de sugerencias para el estudiante en la Práctica No. 2.

Sugerencias para el Estudiante:

- La base para la elaboración de las conclusiones son las respuestas a las preguntas realizadas en este documento en cada parte de la práctica, asegúrese de hacerlo necesario para dar respuesta y tener el registro para incluir en el reporte.
- Explore el multímetro y practique la medición de la corriente. Recuerde usar el multímetro de acuerdo con sus especificaciones y en las escalas adecuadas para evitar dañarlo al realizar las mediciones. **Para medir la corriente se abre el circuito y se coloca el multímetro en serie, para medir el voltaje conecte el multímetro en paralelo con el elemento al que requiere medir el voltaje tal como se muestra en la figura siguiente.**

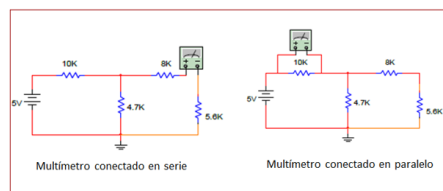


Figura 2.2

- Iniciar las consultas en la WEB en los sitios sugeridos por el profesor para ampliar la información de la clase y familiarizarse con los términos, así podrá iniciar una búsqueda más segura de la información.
- Revisar los tutoriales del Software Tinkercad® para realizar el armado de circuitos usando la placa de pruebas

Nota. Elaboración propia, basado en el modelo de competencias.

Para dar respuesta a las necesidades de los temas elegidos en las asignaturas seleccionadas para aplicar la HAIC, se diseñaron cinco prácticas, que son descritas brevemente en la tabla 4. En los anexos se encuentran completas cada una de las prácticas elaboradas de acuerdo con el formato pedagógico ya explicado previamente.

Tabla 4

Descripción de las prácticas para la HAIC.

Práctica	Nombre	Generalidades
1	Resistencia Equivalente.	Se simplifican circuitos eléctricos aplicando la reducción de resistencias en diferentes configuraciones.
2	Leyes de Kirchhoff.	Se analiza y verifica el cumplimiento de las Leyes de Kirchhoff en circuitos eléctricos, demostrando precisión en la interpretación de resultados y el manejo de recursos tecnológicos.
3	Verificación Experimental del Divisor de Voltaje.	Se aplica el divisor de voltaje para analizar circuitos eléctricos, integrando la medición experimental y la simulación digital.

4	Análisis de Nodos.	Aplicando el método de Análisis Nodal se determinarán los voltajes de nodo en un circuito eléctrico de CD, validando los resultados teóricos obtenidos con las mediciones experimentales.
5	Verificación experimental del Teorema de Superposición.	Aplicando el Teorema de Superposición, se analizarán circuitos con múltiples fuentes de voltaje para demostrar que el voltaje total a través de un elemento es la suma de los voltajes individuales causados por cada fuente activada por separado.

Nota. Elaboración propia.

3.3 Etapa 3: Implementación Técnica y Pedagógica

3.3.1 Implementación Técnica

Para la implementación de las prácticas diseñadas, se consideró la necesidad de un software que permitiera su desarrollo en un contexto virtual lo más realista posible, después de revisar diversas Herramientas de Aprendizaje Interactivas -HAI- la herramienta seleccionada fue el software Tinkercad por ofrecer a los estudiantes la posibilidad de manipular directamente circuitos eléctricos de forma muy similar a la de un laboratorio físico y por cumplir los requerimientos técnicos para la HAIC. Tinkercad es un software interactivo porque se aprende haciendo, se experimenta directamente con objetos virtuales que tienen capacidad de respuesta real y se recibe retroalimentación inmediata, este software tiene las siguientes características:

- Es totalmente gratuito, solo se requiere de un correo electrónico para abrir la cuenta.
- No requiere instalación, funciona en línea a través del navegador, es compatible con Windows, Mac, Linux y ChromeOS.
- Disponible en varios idiomas, también en español.
- Interfaz amigable, diseñada para usuarios principiantes.

Con estas primeras características, Tinkercad cumple con los requerimientos establecidos para el docente y del estudiante, sin embargo, las características más importantes para su selección son:

- Es colaborativo, se pueden compartir y editar proyectos por varios usuarios.
- Simula el funcionamiento de circuitos electrónicos sin la necesidad de hardware físico, con objetos virtuales que tienen capacidad de respuesta real.

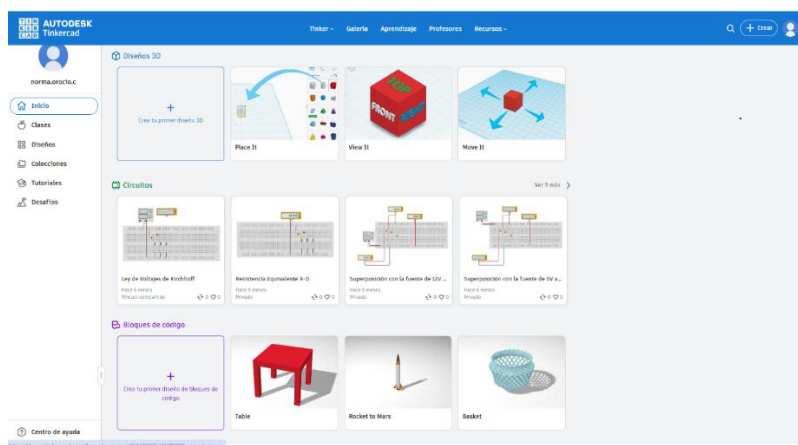
Adicionalmente cuenta con las características siguientes que le dan un potencial enorme para temas de modelado en 3D y programación, que no fueron empleadas en este proyecto, pero abren la puerta para más aplicaciones:

- Programación en bloques o en código (C/C++ con Arduino IDE).
- Programación de microcontroladores.
- Permite crear modelos tridimensionales.

Al acceder a Tinkercad, se tienen tres opciones para trabajar en el panel principal: Diseños 3D, Circuitos y Bloques de Código, tal como se muestra en la figura 4. Para implementar la HAIC se selecciona la opción de Circuitos, ya que es en donde se pueden crear y simular los circuitos eléctricos.

Figura 3

Panel principal de Tinkercad.

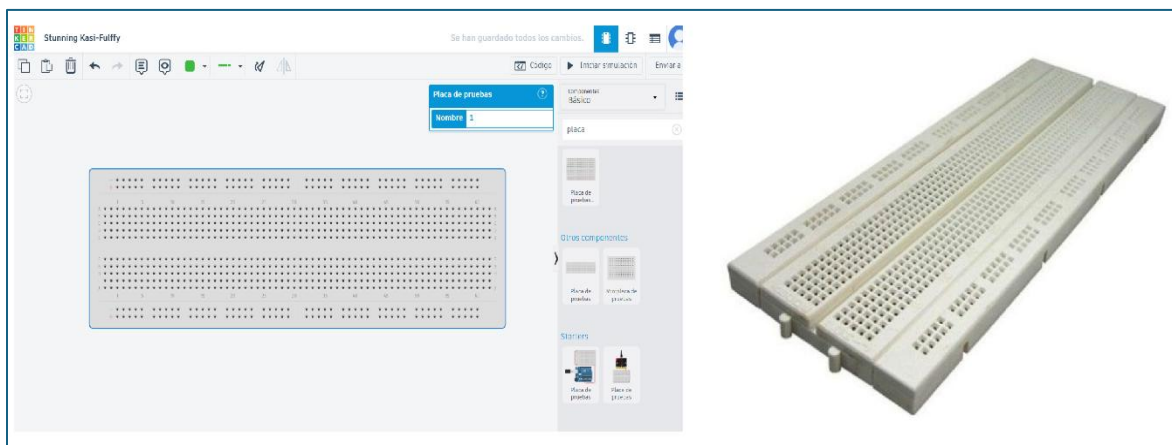


Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

Es importante resaltar que, *al implementar las prácticas, se hace sobre una placa de pruebas exactamente igual a la protoboard usada en un laboratorio presencial*, en la figura 5 se muestra la imagen de ambas. Las componentes empleadas en cada circuito son imágenes de acuerdo con su aspecto físico, lo que da un contexto de realismo al armar los circuitos, conectándolos igual que se haría en una protoboard física, con la ventaja de no dañar las componentes por una mala conexión y poder hacer variaciones de valores sin tener que comprar más componentes de las requeridas.

Figura 4

Comparativa de la placa de pruebas en Tinkercad vs. protoboard real.

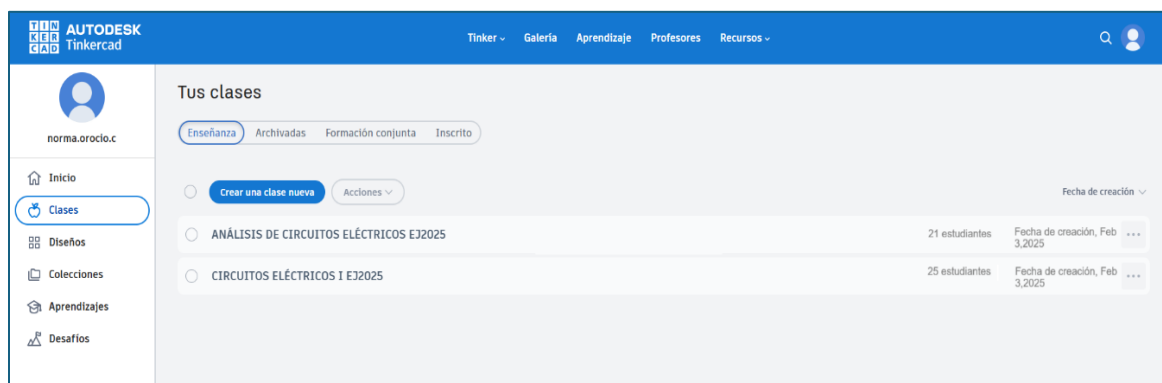


Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

Una vez que se selecciona la opción de **Circuitos**, se selecciona la herramienta **Clases**, diseñada para que los profesores puedan gestionar los diseños de los circuitos eléctricos propuestos por el profesor o realizados por el estudiante, esta herramienta solo está disponible para cuentas de profesor, en la figura 6 se muestra la ventana en Tinkercad para la herramienta **Clases**. En el anexo 1 se encuentra una guía para la creación de clases y la secuencia a seguir para agregar los estudiantes, quienes también se pueden inscribir mediante un código proporcionado por el profesor.

Figura 5

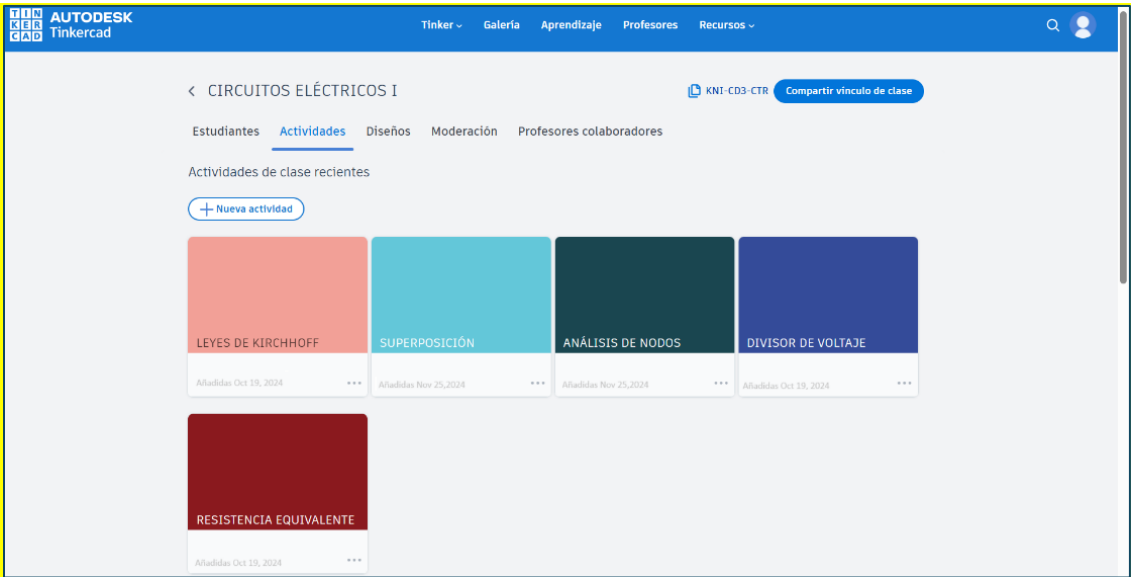
Clases creadas en Tinkercad.



Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

Una vez creada la “Clase”, los circuitos de cada práctica se agregan como una “Actividad”, en la tabla 5 se indican los pasos para su implementación y en la figura 7, se pueden observar las cinco *Actividades*, donde cada una de ellas corresponde a las prácticas diseñadas para la HAIC.

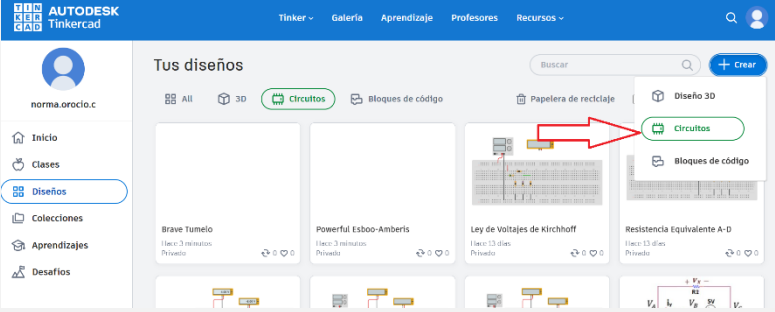
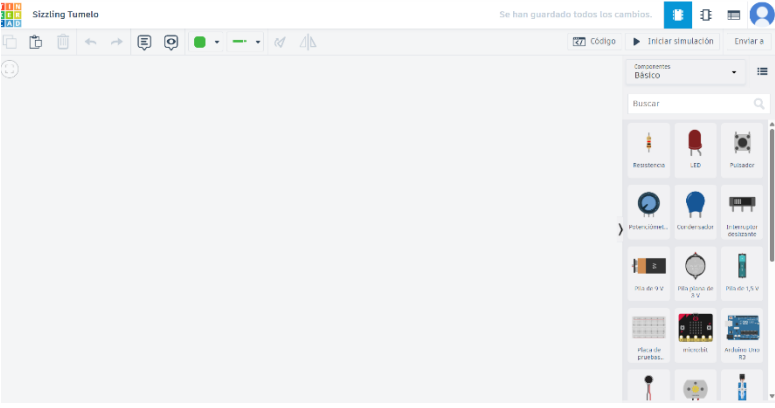
Figura 6
Actividades para la Clase de Análisis de Circuitos Eléctricos implementadas en Tinkercad.

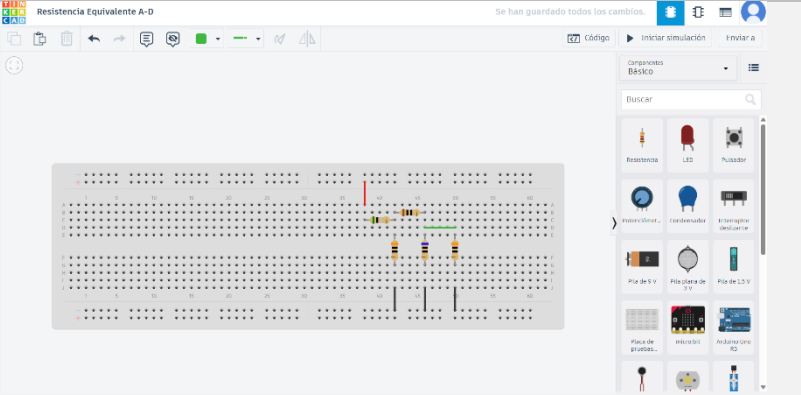
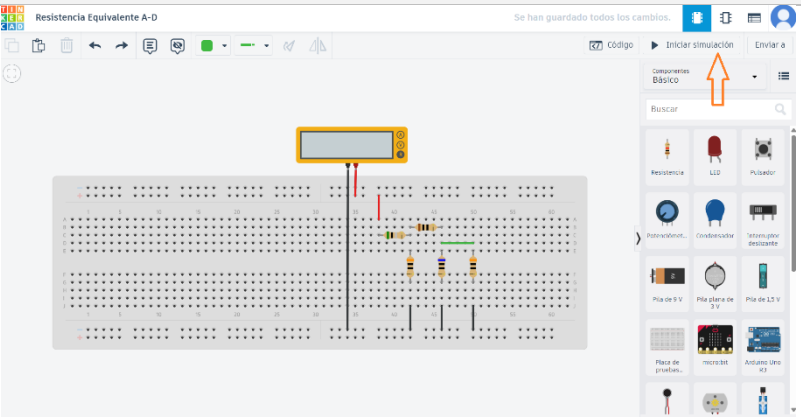


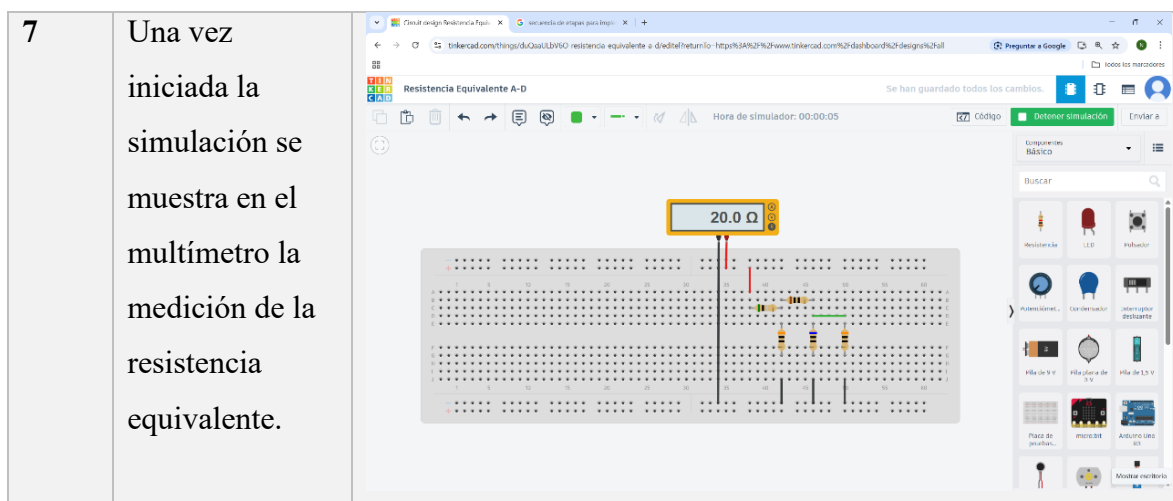
Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

Tabla 5
Secuencia de pasos para la implementación de las prácticas en Tinkercad.

Pasos	Indicaciones	Pantalla de resultado en Tinkercad®
1	Crear cuenta de docente en Tinkercad®, se requiere tener un correo.	
2	En el extremo izquierdo se encuentra el menú principal, se selecciona: “Diseños” y después en la parte superior	

	derecha del panel principal se selecciona: <i>“Crear”</i> .	
3	Se abre una ventana en donde aparecen las tres opciones de diseño: 1. Diseño 3D 2. Circuitos 3. Bloques de Código Se selecciona <i>“Circuitos”</i>.	
4	Al seleccionar <i>Circuitos</i> aparece una ventana que contiene el área de trabajo, en el extremo derecho se encuentran las componentes que pueden ser usadas en la elaboración de los circuitos.	

5	Se implementa la práctica en la placa de pruebas (protoboard) de la misma manera que se haría físicamente, en este caso colocando las resistencias en las configuraciones especificadas en la práctica 1.	
6	Para realizar las mediciones de la Resistencia equivalente, se conecta el multímetro y se inicia la simulación.	



Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

En la figura 8, se muestra la *Actividad* correspondiente al divisor de voltaje (Práctica No. 3), en la parte superior se observan los circuitos realizados por el profesor, en la parte inferior se puede observar el trabajo realizado por los estudiantes, una característica importante del software es que el profesor puede ver en tiempo real los circuitos de los estudiantes y los cambios que se encuentren realizando justo en el momento. A diferencia de otros softwares de simulación, pueden ingresar a manipular el circuito varios estudiantes al mismo tiempo.

Figura 7

Pantalla en Tinkercad que muestra los circuitos que comparte el profesor y los circuitos elaborados por los estudiantes en la actividad para la práctica de divisor de voltaje.



Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad.

3.3.2 Implementación Pedagógica

Aún y cuando Tinkercad es una plataforma interactiva que da respuesta a la mayoría de los requerimientos tanto para los docentes como para los estudiantes, se considera necesario emplear una plataforma gestora de aprendizaje, LMS por sus siglas en inglés (Learning Management System) para integrar recursos multimedia de forma organizada, tener vías de comunicación docente-estudiante y estudiante-estudiante, fortaleciendo el trabajo colaborativo, además de tener

un seguimiento de los avances para una mejor gestión docente, con lo cual se atienden las necesidades planteadas inicialmente para la implementación de la HAIC.

De las diversas plataformas gestoras de aprendizaje, tales como: *Moodle, Google Classroom, Canvas, Blackboard, Schoology, Edmodo*, etc., se elige *Google Classroom* considerando que para integrar la secuencia didáctica de las prácticas cumple con las cuatro dimensiones: pedagógica, técnica, usabilidad y administrativa (Mora Secaira et al., 2025), además de tener la ventaja de ser de fácil acceso para estudiantes y docentes, pero *principalmente porque Tinkercad permite vincular una Clase con Google Classroom*, de modo que el profesor puede:

1. Revisar la práctica del estudiante, ver los componentes, simulaciones y modificaciones dentro de Tinkercad.
2. Dejar comentarios y calificar la tarea desde Classroom.

Una estrategia pedagógica eficaz para fortalecer el aprendizaje activo es la integración de Google Classroom y Tinkercad; Google Classroom funciona como una LMS que permite organizar el contenido, gestionar grupos, distribuir tareas y proporcionar retroalimentación continua, facilitando así el seguimiento del progreso del alumnado en un entorno estructurado y accesible, mientras que Tinkercad funciona como un laboratorio virtual con la característica de ser muy realista y accesible para la práctica, las competencias se desarrollan mediante actividades que integran conocimientos teóricos y prácticos, así, el flujo de trabajo:

Classroom → Tinkercad → Classroom

Cumple con este principio, al permitir al estudiante recibir una actividad, resolverla mediante experimentación y enviar la evidencia en el mismo sistema, promoviendo la autonomía y el autoaprendizaje, elementos centrales en los modelos educativos contemporáneos presenciales o en línea. En la imagen 3, se muestra la integración de Classroom y Tinkercad para formar la HAIC, su aplicación vincula la gestión académica, el aprendizaje significativo y la evaluación continua, fortaleciendo la formación en competencias y el desarrollo de competencias digitales esenciales en la educación contemporánea, apoyando la necesidad de los docentes, quienes tienen que emplear la tecnología de forma innovadora para atender los requerimientos de los estudiantes, implementando estrategias pedagógicas con fácil acceso a la información para mejorar su proceso de aprendizaje (Hidalgo et al., 2019).

Figura 8

Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa formada por el software de simulación Tinkercad y la plataforma gestora de aprendizaje.



Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad y Classroom.

3.4 Etapa 4: Pruebas

Las cinco prácticas diseñadas en el marco del Modelo Educativo en Competencias se implementaron en Tinkercad y se integraron con la secuencia didáctica en Classroom acorde con las necesidades pedagógicas y técnicas indicadas para formar la HAIC, a la cual se le realizaron pruebas de desempeño y aceptación.

Para la prueba de desempeño, la HAIC fue aplicada en el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, de acuerdo con las etapas indicadas en la tabla 6.

Tabla 6

Etapas para la prueba de desempeño de la HAIC.

Etapas	Nombre	Características	Participantes
1	Introducción a la HAIC.	Revisión de recursos multimedia. Familiarización con la HAIC para garantizar que la competencia técnica no interfiera con el desarrollo de las competencias de las prácticas.	Docente/Estudiantes
2	Aplicación de la HAIC en la asignatura.	Revisión de la secuencia didáctica en la HAIC para la realización de la práctica.	Estudiantes
		Realización de la práctica en la HAIC.	Estudiantes

Análisis y registro de resultados.

Elaboración del reporte de práctica.

Integración de evidencias en la HAIC. Estudiantes

Revisión de evidencias técnicas, Docente
cognitivas, digitales y actitudinales
para su evaluación.

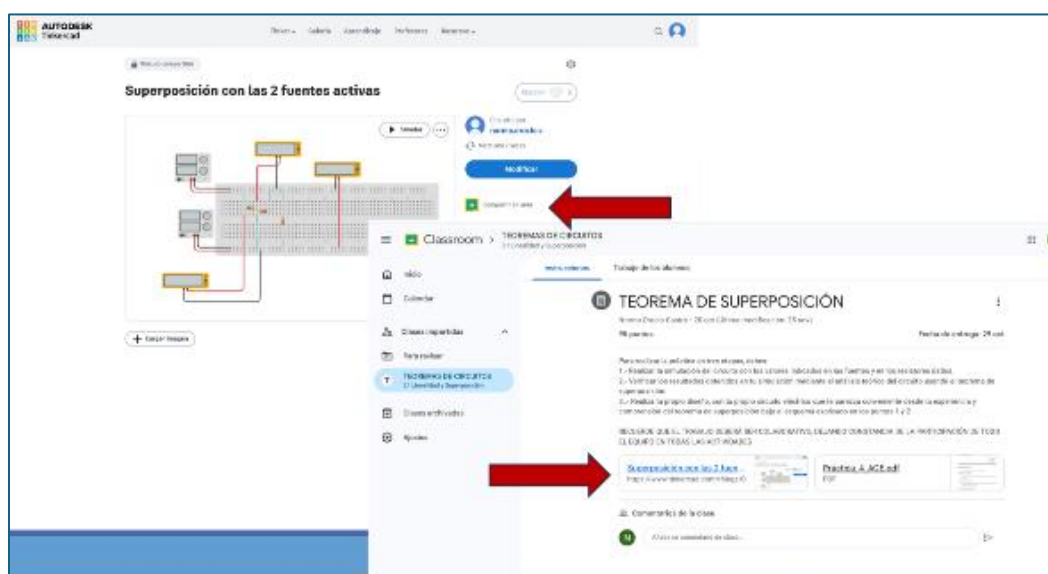
3	Evaluación del desempeño de la HAIC	Seguimiento y valoración	Colegiado de docentes
---	---	--------------------------	--------------------------

Nota. Elaboración propia.

En la implementación participaron 25 estudiantes que cursaban la materia de Análisis de Circuitos Eléctricos del PE de Ing. Mecatrónica en el periodo enero-junio-2025, donde el seguimiento académico en cada una de las etapas de prueba se realizó con los mismos criterios, en la figura 9 se muestra la aplicación de la práctica 5 en la HAIC.

Figura 9

Teorema de superposición en la HAIC.



Nota. Elaboración propia en el entorno de simulación Tinkercad y Classroom.

Para las pruebas de aceptación, el colegiado de docentes responsable de la gestión académica de las asignaturas en el Área Académica dio seguimiento a la prueba de desempeño de la HAIC realizada con los estudiantes para valorar su viabilidad técnica y pedagógica en tiempo real, en el Apéndice G se presenta la rúbrica que emplearon para su evaluación.

Para obtener una valoración sobre la conformidad de aprendizaje de los estudiantes con la HAIC, se aplicó el cuestionario estructurado tipo Likert de la figura 10.

Figura 10

Cuestionario de conformidad de aprendizaje.

Valoración de la conformidad del aprendizaje al aplicar la HAIC

Valorar el uso de la Herramienta de Aprendizaje Interactiva y Colaborativa en las prácticas de ACE

* Obligatoria

* Este formulario registrará su nombre, escriba su nombre.

1. Las instrucciones proporcionadas para realizar las prácticas fueron fáciles de entender *

☐ 1. Totalmente en desacuerdo

☐ 2. Parcialmente en desacuerdo

☐ 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Opción neutral)

☐ 4. Parcialmente de acuerdo

☐ 5. Totalmente de acuerdo

2. Las instrucciones proporcionadas para realizar las prácticas fueron fáciles de entender *

☐ 1. Totalmente en desacuerdo

☐ 2. Parcialmente en desacuerdo

☐ 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Opción neutral)

☐ 4. Parcialmente de acuerdo

☐ 5. Totalmente de acuerdo

3. La aplicación de HAIC logró vincular la teoría con la práctica de manera efectiva *

☐ 1. Totalmente en desacuerdo

☐ 2. Parcialmente en desacuerdo

☐ 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Opción neutral)

☐ 4. Parcialmente de acuerdo

4. Los productos de aprendizaje solicitados fueron alcanzables *

- ☐ 1. Totalmente en desacuerdo
- ☐ 2. Parcialmente en desacuerdo
- ☐ 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Opción neutral)
- ☐ 4. Parcialmente de acuerdo
- ☐ 5. Totalmente de acuerdo

5. La HAIC facilitó el desarrollo adecuado del trabajo colaborativo *

- ☐ 1. Totalmente en desacuerdo
- ☐ 2. Parcialmente en desacuerdo
- ☐ 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Opción neutral)
- ☐ 4. Parcialmente de acuerdo
- ☐ 5. Totalmente de acuerdo

Nota. Elaboración propia

Capítulo 4 Resultados

4.1 Implementación de la HAIC

La implementación de HAIC permitió comprobar su viabilidad técnica y pedagógica en un contexto real de enseñanza y aprendizaje de circuitos eléctricos de corriente continua. Los resultados obtenidos se presentan a partir de las evaluaciones de los docentes y las percepciones de los estudiantes.

4.2 Resultados de la percepción del aprendizaje

La valoración sobre la conformidad de aprendizaje de los estudiantes con la HAIC se obtuvo mediante la aplicación del cuestionario estructurado tipo Likert de la figura 10. En la tabla 7 se presentan los resultados de su aplicación.

Tabla 7

Valoración de la conformidad del aprendizaje de los estudiantes al aplicar la HAIC.

ítem	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Opción neutral	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las instrucciones proporcionadas para realizar las prácticas fueron fáciles de entender.	4%	0%	4%	48%	44%
La ejecución de la práctica le permitió responder adecuadamente a las preguntas de análisis.	4%	0%	12%	48%	36%
La aplicación de HAIC logró vincular la teoría con la práctica de manera efectiva.	4%	0%	4%	40%	52%
Los productos de aprendizaje solicitados fueron alcanzables.	4%	0%	12%	40%	44%
La HAIC facilitó el desarrollo adecuado del trabajo colaborativo.	4%	0%	8%	56%	32%

Nota. Elaboración propia.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo calculando las medias (M) y las desviaciones estándar (DE) de cada ítem del cuestionario aplicado a los estudiantes, los resultados se muestran en la tabla 8, se observan medias superiores a 4.0 para todos los ítems evaluados, lo que indica una percepción favorable de la implementación de la HAIC. El aspecto mejor valorado fue la capacidad de la HAIC para vincular la teoría con la práctica ($M = 4.36$; $DE = 0.91$), lo que demuestra que la integración entre Tinkercad y Google Classroom contribuyó a la comprensión conceptual y

procedimental de los circuitos eléctricos de CD. Al aplicar el cuestionario, se establecieron los siguientes criterios para interpretar los resultados:

1.0 – 2.5: Nivel bajo

2.6 – 3.5: Nivel medio

3.6 – 5.0: Nivel alto

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de la percepción del aprendizaje usando la HAIC.

ítem	Media (M)	Desviación Estándar (DE)	Nivel de percepción
Las instrucciones proporcionadas para realizar las prácticas fueron fáciles de entender.	4.28	0.89	ALTO
La ejecución de la práctica le permitió responder adecuadamente a las preguntas de análisis.	4.12	0.93	ALTO
La aplicación de HAIC logró vincular la teoría con la práctica de manera efectiva.	4.36	0.91	ALTO
Los productos de aprendizaje solicitados fueron alcanzables.	4.20	0.96	ALTO
La HAIC facilitó el desarrollo adecuado del trabajo colaborativo.	4.12	0.88	ALTO

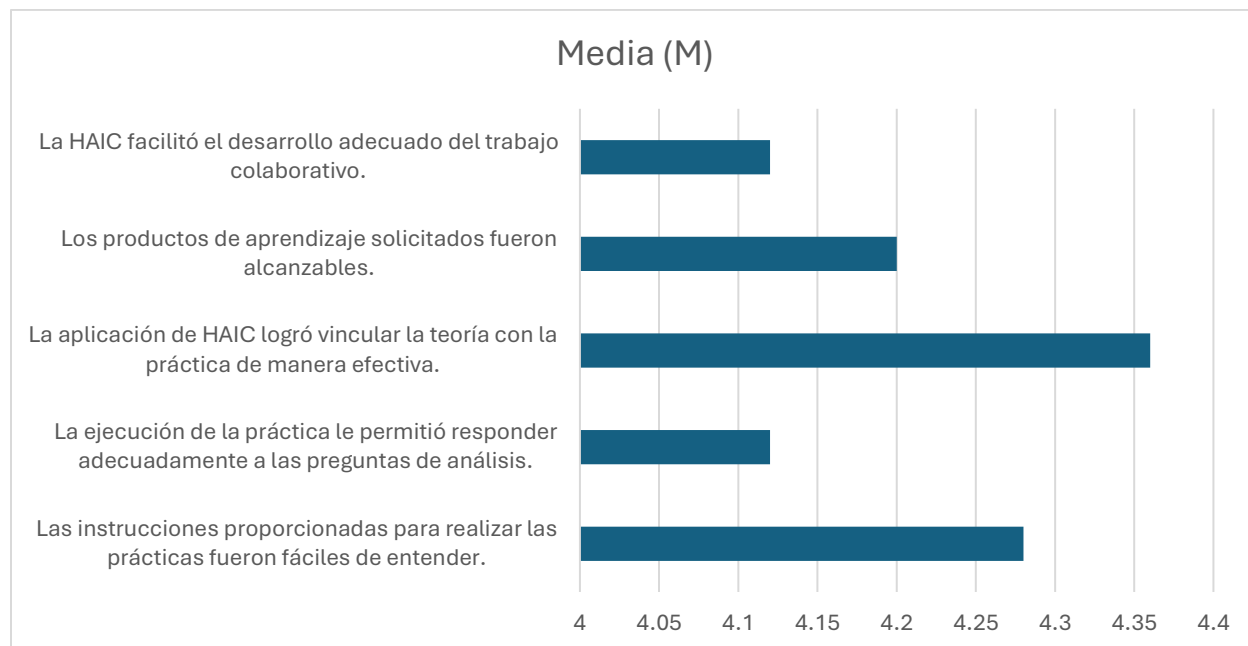
Nota. Elaboración propia.

Las desviaciones estándar obtenidas fueron inferiores a 1.0, lo que indica una dispersión moderada y una tendencia consistente en las respuestas de los participantes, la media global del instrumento $M = 4.22$ refleja un alto nivel de aceptación de la HAIC por parte de los estudiantes. En la Figura

11 se presentan las puntuaciones medias obtenidas en los ítems del cuestionario aplicado a los estudiantes. Además, el instrumento se evaluó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.87, lo que muestra una alta consistencia interna entre los ítems del cuestionario, por lo que el instrumento se considera estadísticamente confiable para evaluar la percepción del aprendizaje a través del HAIC

Figura 11

Percepción estudiantil de la HAIC por ítem evaluado.



Nota. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, la HAIC facilitó la interacción de los estudiantes con los conceptos y métodos de análisis de circuitos eléctricos de CD, potenció la experimentación virtual y promovió los procesos de aprendizaje colaborativo. Además, el entorno implementado contribuyó a la vinculación de conceptos teóricos con la práctica a través de actividades estructuradas y secuenciadas.

4.3 Evaluación docente de la viabilidad de la HAIC

El colegiado de docentes realizó una revisión de las practicas diseñadas y fueron aprobadas por considerar que cumplen con el objetivo proyectado en la HAIC, con el contenido y las competencias requeridas en el programa oficial de la asignatura. Evaluaron el desempeño de la HAIC para valorar su viabilidad técnica y pedagógica, así como la accesibilidad, la colaboración

y la factibilidad. El análisis de la estadística descriptiva de la rúbrica analítica de observación (Anexo G) se muestran en la tabla 9, a partir de estos los resultados. El colegiado docente emitió una valoración favorable para el uso de la HAIC en los cursos de circuitos eléctricos de corriente directa.

Tabla 9

Evaluación de la viabilidad de la HAIC por el colegiado docente.

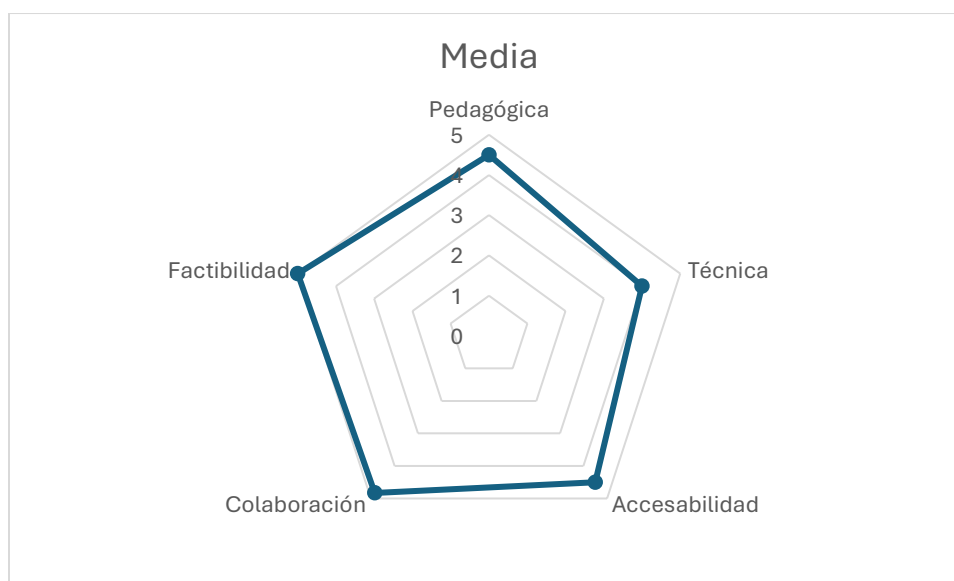
Dimensión	Media (M)	Desviación Estándar (DE)	Nivel
Pedagógica	4.5	0.58	Excelente
Técnica	4.0	0.71	Alto
Accesibilidad	4.5	0.50	Excelente
Colaboración	4.83	0.29	Excelente
Factibilidad	5.0	0.0	Excelente

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la rúbrica analítica se muestran en la figura 12 mediante un gráfico de radar de las dimensiones evaluadas por el colegiado docente, en donde se observa una valoración muy favorable de HAIC en todas las dimensiones evaluadas.

Figura 12

Dimensiones evaluadas por el colegiado docente.



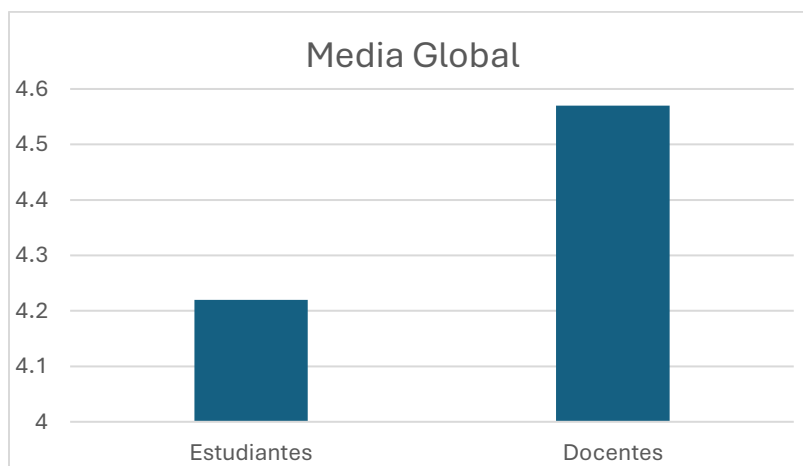
Nota. Elaboración propia

La dimensión mejor valorada fue la factibilidad ($M = 5.0$; $DE = 0.0$), lo que indica un consenso total respecto a la pertinencia de la herramienta para su implementación en cursos de circuitos eléctricos bajo el enfoque basado en competencias. Asimismo, las dimensiones: pedagógica, de accesibilidad y de colaboración obtuvieron promedios superiores a 4.5, lo que refleja una excelente percepción de la capacidad de HAIC para promover el aprendizaje, facilitar el acceso a los recursos digitales y fomentar el trabajo colaborativo. La dimensión técnica obtuvo una media de 4.0, lo que indica una valoración positiva de la funcionalidad e integración entre Tinkercad y Google Classroom. En general, las bajas desviaciones estándar demuestran la coherencia de las evaluaciones realizadas por los docentes.

La Figura 13 presenta una comparación entre los promedios generales obtenidos por estudiantes y docentes con respecto a la implementación de HAIC. Se observa que ambos grupos otorgaron calificaciones favorables, con promedios superiores a 4.0, lo que demuestra una percepción positiva de la viabilidad pedagógica y técnica de la herramienta. El promedio obtenido por el personal docente ($M = 4.57$) fue ligeramente superior al reportado por los estudiantes ($M = 4.22$).

Figura 13

Comparación de medias globales entre docentes y estudiantes.



Nota. Elaboración propia

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos demuestran que la implementación de la Herramienta de Aprendizaje Interactivo Colaborativo (HAIC), integrada por Tinkercad y Google Classroom, fue una estrategia

viable para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos de CD en estudiantes de Ingeniería Mecatrónica. Las evaluaciones obtenidas a través del cuestionario aplicado a los estudiantes reflejan una percepción favorable respecto a la comprensión conceptual, el trabajo colaborativo y la conexión entre teoría y práctica, alcanzando puntuaciones promedio superiores a 4.0 en todos los ítems evaluados.

El aspecto más valorado por los estudiantes fue la capacidad de la HAIC para vincular la teoría con la práctica ($M = 4.36$, $DE = 0.91$), lo que sugiere que el entorno de simulación reforzó su comprensión procedimental y experimental de los circuitos eléctricos. Estos resultados coinciden con los de Handayani et al. (2024), quienes indican que los laboratorios virtuales basados en Tinkercad promueven el aprendizaje práctico y la comprensión de conceptos electrónicos mediante entornos de simulación interactivos.

Además, la evaluación positiva del trabajo colaborativo demuestra que la integración entre Tinkercad y Google Classroom facilitó la interacción entre estudiantes y profesores durante las sesiones prácticas. Este hallazgo coincide con el trabajo de Udvaros y Psenakova (2025), quienes destacan que el uso de herramientas digitales colaborativas aumenta la participación y promueve el aprendizaje autónomo en entornos tecnológicos.

Desde una perspectiva docente, la evaluación realizada por el colegiado mostró una valoración muy favorable de HAIC en las dimensiones pedagógica, técnica, de accesibilidad, de colaboración y de factibilidad, obteniendo promedios superiores a 4.0 en todas las categorías evaluadas. En particular, la dimensión de factibilidad alcanzó la calificación más alta ($M = 5.0$), lo que demuestra un consenso respecto a la relevancia de implementar este tipo de herramienta en asignaturas relacionadas con circuitos eléctricos bajo un enfoque basado en competencias. En la gráfica

Los resultados también demuestran que la HAIC representa una alternativa relevante para fortalecer el aprendizaje en contextos donde el acceso a laboratorios físicos puede ser limitado. En este sentido, la combinación de Google Classroom como LMS y Tinkercad como laboratorio virtual permitió estructurar actividades secuenciadas, facilitó la retroalimentación y promovió el seguimiento académico continuo. Estos hallazgos coinciden con los de Mora Secaira et al. (2025), quienes enfatizan que las plataformas LMS deben integrar dimensiones pedagógicas, técnicas y de usabilidad para fomentar experiencias de aprendizaje efectivas.

Sin embargo, durante la implementación, se identificó como limitación la falta de infraestructura informática especializada en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica, lo que obligó al uso temporal de un laboratorio de otra área con computadoras y acceso a internet. Si bien esto representó un desafío operativo, también demostró que el HAIC puede implementarse en contextos educativos con recursos limitados, siempre que exista acceso básico a equipos informáticos y conectividad.

Finalmente, los resultados obtenidos nos permiten afirmar que HAIC no solo favoreció el aprendizaje conceptual y práctico de los circuitos eléctricos de corriente continua, sino que también contribuyó al fortalecimiento de las habilidades digitales, las habilidades de análisis y los procesos de aprendizaje colaborativo, elementos fundamentales dentro de los modelos educativos actuales basados en competencias y apoyados por tecnologías digitales.

Capítulo 5

Conclusiones

Con el desarrollo e implementación de la Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC), integrada por Tinkercad y Google Classroom, se demostró que la integración de simuladores virtuales y plataformas LMS forman una estrategia pedagógica que contribuye al fortalecimiento de la comprensión conceptual mediante la experimentación virtual con circuitos eléctricos de CD, constituyendo un medio para la enseñanza-aprendizaje y el seguimiento académico en un entorno de fácil acceso a actividades de aprendizaje, donde el docente puede proporcionar retroalimentación y evaluar el desempeño de los estudiantes.

El diseño de las prácticas con circuitos eléctricos de CD estimula las habilidades procedimentales y experimentales dentro del marco del aprendizaje basado en competencias fortaleciendo en los estudiantes el desarrollo de habilidades relacionadas con el análisis, la interpretación y la resolución de problemas de circuitos eléctricos de CD, promoviendo el aprendizaje significativo en un contexto virtual muy cercano a la realidad. Se observó que su implementación en Tinkercad facilitó la conexión entre la teoría y la práctica en un entorno muy similar a un laboratorio tradicional, la simulación de circuitos facilitó a los estudiantes modificar parámetros en tiempo real y analizar el comportamiento de los circuitos de forma individual y en equipo, reforzando así su comprensión de los conceptos fundamentales de CD. En este sentido, la investigación aporta evidencia del potencial pedagógico de la HAIC en la enseñanza-aprendizaje de la electrónica,

particularmente en contextos en donde el acceso a los laboratorios físicos es limitado, permitiendo un acceso equitativo al aprendizaje práctico al superar algunas de las limitaciones convencionales de los laboratorios presenciales.

Los resultados de la evaluación también demostraron que los estudiantes desarrollaron habilidades digitales, técnicas y analíticas. Detectando un impacto positivo del uso de la HAIC en el aprendizaje práctico de circuitos eléctricos de CD, Por otro lado, la interacción con herramientas digitales y el trabajo colaborativo fomentaron la participación, la motivación y la autonomía en el proceso de aprendizaje.

En conclusión, la HAIC constituye una estrategia pertinente para la enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos de CD, vinculando la teoría con la práctica de manera efectiva, facilitando el trabajo colaborativo y favoreciendo el desarrollo de habilidades digitales y el aprendizaje autorregulado. La aplicación de la HAIC abre nuevos horizontes en la formación de estudiantes en Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y áreas afines al extender el uso de este tipo de herramientas en otras áreas de la electrónica, así como a explorar nuevas estrategias de enseñanza que sigan reforzando la experimentación en entornos virtuales mediante actividades accesibles que permiten la inserción del profesorado y los estudiantes en el ambiente tecnológico, por lo cual la HAIC propuesta en este trabajo es pertinente y contribuye a este fin.

Capítulo 6

Trabajos Futuros

Se propone:

Desarrollar circuitos de mayor complejidad en las prácticas implementadas en la HAIC, con el objetivo de cubrir todo el contenido de la asignatura de Análisis de Circuitos Eléctricos y potenciar el aprendizaje autorregulado en circuitos eléctricos de corriente directa y también de corriente alterna.

Integrar la realidad aumentada y virtual en la HAIC para acceder remotamente a prácticas reales.

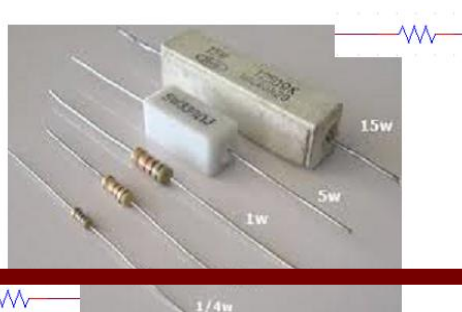
Referencias

- Al-Khatib, M., Alkhatib, A., Talhami, M., Kashem, A.H.M., Ayari, M. A., & Choe, P. (2024). Enhancing engineering students' satisfaction with online learning: factors, framework, and strategies. *Frontiers in Education*, 9, 1445885. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1445885>
- Fahrni, D.D.D., Iten, G., Prasse, D., & Hascher, T. (2025). Teachers' practices in the use of digital technology to promote students' self-regulated learning and metacognition: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 165, 105150. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105150>
- Handayani, A. N., Nafista, S. S., Kusumawardana, A., Elmunsyah, H., Arai, K., & Asmara, R. A. (2024). Development of interactive virtual laboratory media with Tinkercad platform on analog electronics material. *E3S Web of Conferences*, 473, 04008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447304008>
- Hartelt, T., & Martens, H. (2024). Self-regulatory and metacognitive instruction regarding student conceptions: Influence on students' self-efficacy and cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 15, 1450947. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1450947>
- Hidalgo, B., Rivera, L., & Delgadillo, R. (2019). Virtual Communities of Learning: New Challenges in Teaching Learning Process in Higher Education. *Indian Journal of Science & Technology*. 12(10), 1-10. <https://doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i10/139882>
- Mora Secaira, J., Díaz Ocampo, R., & Rodríguez Miranda, F. P. (2025). Assessing the quality of LMS platforms in higher education institutions: A systematic literature review. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 10(39s). <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i39s.7263>
- Osorio Vanegas, H. D., Segovia Cifuentes, Y. M., & Sobrino Morrás, A. (2025). Educational technology in teacher training: A systematic review of competencies, skills, models and methods. *Education Sciences*, 15(8), 1036. <https://doi.org/10.3390/educsci15081036>
- Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias: Pensar la educación desde el enfoque socioformativo (4.^a ed.). ECOE Ediciones.
- Troncoso Pastoriza, F. M., Rodelgo Lacruz, M., Nocelo López, R., & Núñez Nieto, X. (2025). Enhancing practical electronics learning through Tinkercad simulation in mechanical engineering education. In *Proceedings of the 18th International Conference of Education, Research and Innovation. (ICERI2025)* (pp. 8533–8540). IADO. <https://doi.org/10.21125/iceri.2025.2410>
- Udvaros, J., & Psenakova, I. (2025). Integrating TinkerCad in the flipped classroom method. In *Proceedings of the International Conference on Control, Decision and Information Technologies, (CoDIT 2025)* (pp. 389–394). IEEE. <https://doi.org/10.1109/codit66093.2025.11321595>

Anexo A

Práctica 1 Resistencia equivalente.

Práctica No. 1



Nombre de la Práctica:

Resistencia Equivalente.

Objetivo de la Práctica:

Analizar y validar el comportamiento de los circuitos resistivos reduciendo las resistencias equivalentes utilizando una Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC).

Competencia específica:

El estudiante analiza y simplifica circuitos eléctricos mediante la aplicación de reducción de resistencias en serie, paralelo y mixtos empleando la HAIC.

Competencias transversales:

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Utiliza herramientas de simulación digital para el análisis y la validación de circuitos eléctricos.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad® <https://www.tinkercad.com/>

Plataforma Google Classroom®.

Introducción:

La práctica se realizará mediante la aplicación de una Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC) que incorpora la práctica virtual a la comprensión de conceptos teóricos en el análisis de circuitos eléctricos de corriente directa (CD). La HAIC se forma mediante la integración de Tinkercad® y la plataforma gestora de aprendizaje (LMS) Google Classroom®.

En Tinkercad® se realiza la práctica en un ambiente virtual muy similar al de un laboratorio real, por lo que se sugiere seguir las mismas medidas de seguridad de un laboratorio presencial para el uso adecuado del equipo y las correctas conexiones. De igual manera, se pide observar las normas de convivencia y de respeto, ya que la interacción para la realización conjunta del experimento y el debate de análisis es en tiempo real entre los compañeros de equipo y el docente en el tiempo de 2 horas en el horario oficialmente establecido para la realización de la práctica de laboratorio.

En Google Classroom® se gestionan los recursos digitales, tales como material de apoyo, formato de reporte, rúbrica de evaluación, actividades de aprendizaje, etc. Así como los avances académicos (retroalimentación, entrega de evidencias, etc.), por lo que es importante consultar la plataforma previamente a la práctica para atender la correcta realización del experimento propuesto en la práctica, recolectar evidencias y generar el reporte de la práctica en el formato proporcionado.

Metodología:

I. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PREVIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Para fortalecer el análisis de circuitos eléctricos en los que se aplica la *reducción de resistencias en serie y paralelo*, realice en equipo la *Actividad de Aprendizaje 1*, como apoyo pueden consultar el material digital “Reducción de resistencias serie paralelo”. La actividad y el material digital se encuentran en la LMS Google Classroom.
2. Revisar las notas de clase y consultar fuentes digitales especializadas para documentar el uso del multímetro para realizar mediciones de resistencia correctamente.

II. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

Parte 1: Desarrollo analítico.

En equipo determinar analíticamente la resistencia equivalente (R_{eq}) vista desde los puntos C-D, B-D y A-D del circuito de la figura 1.1 (con la fuente de 5V inactiva). Anote los resultados en la Tabla 1.1 (Resistencia calculada). Recuerde tomar las notas y evidencias necesarias para generar el reporte de la práctica.

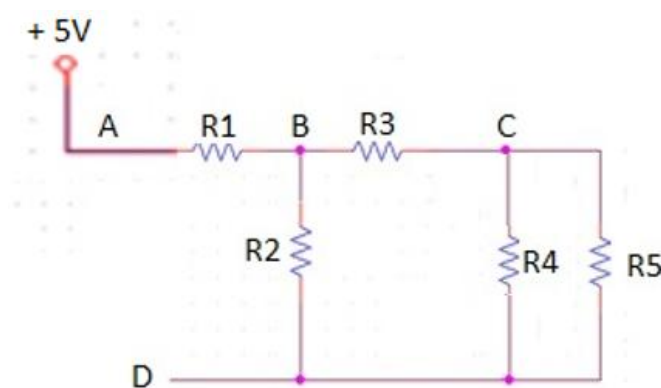


Figura 1.1

Parte 2: Desarrollo experimental.

Arme en la *placa de pruebas* (proto board) en Tinkercad® el circuito mostrado en la figura 1.1 **sin conectar la fuente de alimentación**, y usando el multímetro en la escala adecuada para medir resistencia realice las mediciones necesarias para completar la tabla siguiente.

	Resistencia medida	Resistencia calculada
$R_{eq(C-D)}$		
$R_{eq(B-D)}$		
$R_{eq(A-D)}$		

Tabla 1.1

Parte 3: Análisis y reflexión.

Preguntas de análisis para sustentar resultados y conclusiones en el reporte de práctica:

1. ¿De qué manera afecta al valor resistivo del circuito, un resistor que solo está conectado en uno de sus extremos?
2. ¿Por qué no debe estar energizado el circuito para realizar la medición de la resistencia?
3. ¿Influye la tolerancia de los resistores en el valor medido de la resistencia equivalente?
4. ¿Cómo contribuyó el uso de Tinkercad a la comprensión del concepto de resistencia equivalente?

III. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICA:

El formato para la elaboración del reporte se encuentra en la HAIC, consulte las indicaciones especifican para generarlo, de manera particular para esta práctica debe considerar los siguientes puntos.

En los RESULTADOS deberá incluir:

Una tabla comparativa con los valores medidos en Tinkercad® contra los valores teóricos (obtenidos mediante el análisis del circuito eléctrico).

Las evidencias de realización de la práctica (desarrollo analítico, etc.) así como las respuestas a los cuestionamientos realizados en el desarrollo de la práctica.

En las CONCLUSIONES deberá:

Explicar ampliamente las conclusiones del equipo, obtenidas en debate, en relación con:

¿Coincidieron los resultados teóricos y simulados?

¿Qué diferencias se observaron?

¿Qué ventajas ofrece Tinkercad® para el análisis de circuitos?

¿Qué dificultades surgieron durante el ejercicio práctico

Sugerencias para el Estudiante:

- Iniciar las consultas en la WEB en los sitios sugeridos por el profesor para ampliar la información de la clase y familiarizarse con los términos, así podrá iniciar una búsqueda más segura de la información.
- Revisar los tutoriales del Software Tinkercad® para realizar el armado de circuitos usando la placa de pruebas.

Criterios de evaluación:

	Porcentaje	Evidencia de Desempeño
Desarrollo analítico	30%	Tabla comparativa de resultados teóricos y experimentales.
Simulación en Tinkercad®	35%	Simulación funcional del circuito en Tinkercad®.
Reporte	35%	Informe técnico de laboratorio.

Bibliografía:

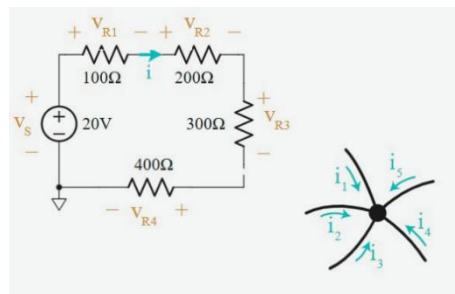
Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2024). Análisis de circuitos de ingeniería (10.ª ed.). McGraw Hill.

Autodesk. (s.f.). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com/>

Anexo B

Práctica 2 Resistencia equivalente.

Práctica No. 2



Nombre de la Práctica:

Verificación Experimental de las Leyes de Kirchhoff.

Objetivo de la Práctica:

Comprender y aplicar las Leyes de Kirchhoff en el análisis de circuitos eléctricos de cd, utilizando una Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC).

Competencia específica:

Analiza y verifica el cumplimiento de las Leyes de Kirchhoff en circuitos eléctricos empleando la HAIC.

Competencias transversales:

Fortalece la capacidad de analizar y resolver problemas técnicos mediante la comparación de resultados teóricos y experimentales.

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad <https://www.tinkercad.com/>

Plataforma Google Classroom®.

Introducción:

La práctica se realizará mediante la aplicación de una Herramienta de Aprendizaje Interactiva Colaborativa (HAIC) que incorpora la práctica virtual a la comprensión de conceptos teóricos en el análisis de circuitos eléctricos de corriente directa (CD). La HAIC se forma mediante la integración de Tinkercad® y la plataforma gestora de aprendizaje (LMS) Google Classroom®.

En Tinkercad® se realiza la práctica en un ambiente virtual muy similar al de un laboratorio real, por lo que se sugiere seguir las mismas medidas de seguridad de un laboratorio presencial para el uso adecuado del equipo y las correctas conexiones. De igual manera, se pide observar las normas de convivencia y de respeto, ya que la interacción para la realización conjunta del experimento y el debate de análisis es en tiempo real entre los compañeros de equipo y el docente en el tiempo de 2 horas en el horario oficialmente establecido para la realización de la práctica de laboratorio.

En Google Classroom® se gestionan los recursos digitales, tales como material de apoyo, formato de reporte, rúbrica de evaluación, actividades de aprendizaje, etc. Así como los avances académicos (retroalimentación, entrega de evidencias, etc.), por lo que es importante consultar la plataforma previamente a la práctica para atender la correcta realización del experimento propuesto en la práctica, recolectar evidencias y generar el reporte de la práctica en el formato proporcionado.

Metodología:

I. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PREVIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

1. Realice en equipo la *Actividad de Aprendizaje 2* (consulte la LMS), para fortalecer la comprensión de las Leyes de Kirchhoff, como apoyo pueden consultar en la HAIC el material digital “Leyes de Corriente y Voltaje de Kirchhoff”.
2. Revisar las notas de clase, consultar fuentes digitales especializadas y consultar en la HAIC las indicaciones correctas para el uso del multímetro en las mediciones de corriente y voltaje correctamente.

II. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

Parte 1: Desarrollo analítico.

Aplicando la Ley de Voltaje de Kirchhoff (LVK) y la Ley de Corrientes de Kirchhoff (LCK), realice el desarrollo analítico del circuito eléctrico de la figura 2.1 y encuentre los voltajes y las corrientes en todos los elementos del circuito.

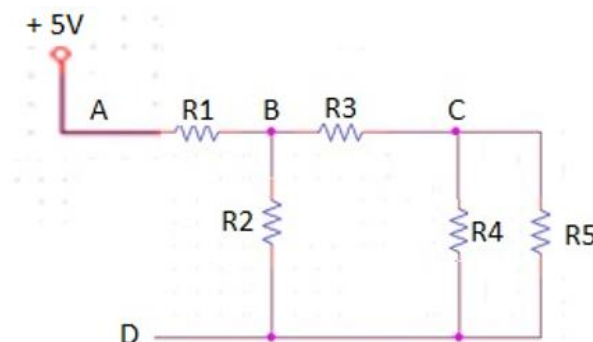


Figura 2.1

Parte 2: Desarrollo experimental.

Retome el circuito armado en la práctica No 1 en Tinkercad, conecte y encienda la fuente de voltaje con un valor de 5V en cd, obtendrá el circuito de la figura 2.1. Usando un multímetro, mida el voltaje y la corriente en todos los elementos, incluida la fuente de voltaje. Se recomienda que consulte las sugerencias para el estudiante al final de este documento, ya que se incluye una breve explicación general del uso del multímetro para realizar la medición de voltaje y corriente.

Parte 3: Análisis y reflexión.

¿Qué puede concluir respecto al voltaje medido en R4 en comparación con el voltaje medido en R5?

Suma el voltaje medido en R3 y R4 ¿Qué similitud o diferencia tiene esta medición con respecto al voltaje medido en R2? ¿Cuáles son sus conclusiones considerando la Ley de Voltajes de Kirchhoff?

Si suma el voltaje medido en R1 con el voltaje medido en R2 y lo compara con el voltaje de la fuente ¿Cuáles son sus conclusiones, considerando la Ley de Voltajes de Kirchhoff?

Sume la corriente medida en R2 con la corriente medida en R3, ¿Qué similitud o diferencia tiene esta medición con respecto a la corriente medida en R1?

Sume la corriente medida en R4 con la corriente medida en R5, ¿Qué similitud o diferencia tiene esta medición con respecto a la corriente medida en R3?

¿Cuáles son sus conclusiones, considerando la Ley de Corrientes de Kirchhoff?

¿Cómo contribuyó el uso de Tinkercad a la comprensión del concepto de resistencia equivalente?

Recuerde tomar las notas y evidencias necesarias para generar el reporte de la práctica.

III. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICA:

El formato para la elaboración del reporte se encuentra en la HAIC, consulte las indicaciones especifican para generarlo, de manera particular para esta práctica debe considerar los siguientes puntos.

En los RESULTADOS deberá incluir:

Una tabla comparativa con los valores medidos en Tinkercad® contra los valores teóricos (obtenidos mediante el análisis del circuito eléctrico).

Las evidencias de realización de la práctica (desarrollo analítico, etc.) así como las respuestas a los cuestionamientos realizados en el desarrollo de la práctica.

En las CONCLUSIONES deberá:

Explicar ampliamente las conclusiones del equipo, obtenidas en debate, en relación con:

¿Coincidieron los resultados teóricos y simulados?

¿Qué diferencias se observaron?

¿Qué ventajas ofrece Tinkercad® para el análisis de circuitos?

¿Qué dificultades surgieron durante el ejercicio práctico

Sustente sus conclusiones mediante la Ley de Ohm y las Leyes de Kirchhoff.

Sugerencias para el Estudiante:

La base para la elaboración de las conclusiones son las respuestas a las preguntas realizadas en este documento en cada parte de la práctica, asegúrese de hacer lo necesario para dar respuesta y tener el registro para incluir en el reporte.

Explore el multímetro y practique la medición de la corriente. Recuerde usar el multímetro de acuerdo con sus especificaciones y en las escalas adecuadas para evitar dañarlo al realizar las mediciones. **Para medir la corriente se abre el circuito y se coloca el multímetro en serie, para medir el voltaje conecte el multímetro en paralelo con el elemento al que requiere medir el voltaje tal como se muestra en la figura siguiente.**

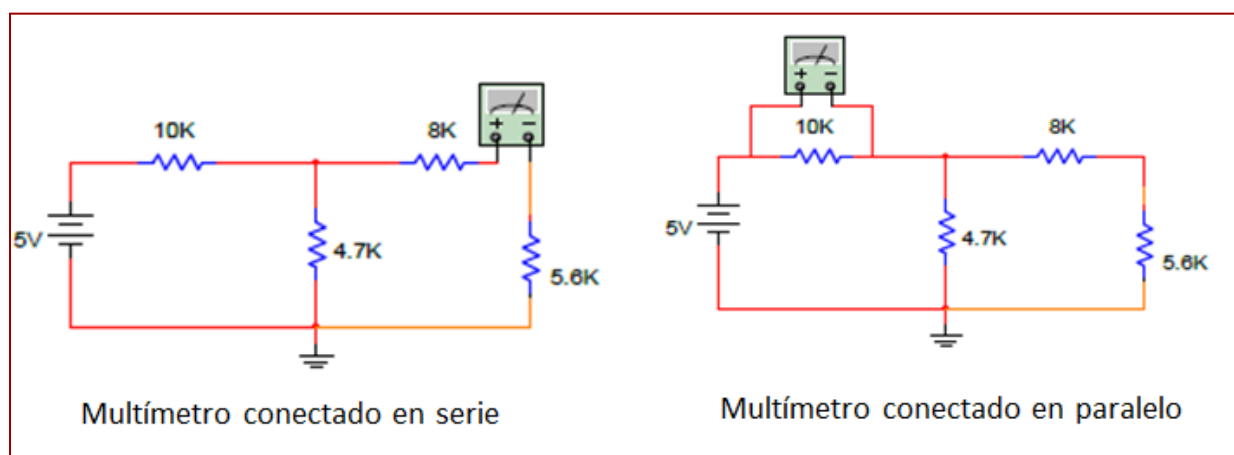


Figura 2.2

Iniciar las consultas en la WEB en los sitios sugeridos para ampliar la información de la HAIC y familiarizarse con los términos, así podrá iniciar una búsqueda más segura de la información.

Criterios de evaluación:

	Porcentaje	Evidencia de Desempeño
Desarrollo analítico	30%	Tabla comparativa de resultados teóricos y experimentales.
Simulación en Tinkercad®	35%	Simulación funcional del circuito en Tinkercad®.
Reporte	35%	Informe técnico de laboratorio.

Bibliografía:

Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2024). Análisis de circuitos de ingeniería (10.^a ed.). McGraw Hill.

Autodesk. (s.f.). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com/>

Anexo C

Práctica 3 Verificación Experimental del Divisor de Voltaje.

Práctica No. 3



Nombre de la Práctica:

Verificación Experimental del Divisor de Voltaje.

Objetivo de la Práctica:

Experimentar el Divisor de Voltaje mediante la implementación física de circuitos eléctricos y su simulación.

Competencia específica:

Analizar experimentalmente el comportamiento del divisor de voltaje simulando y validando circuitos eléctricos de corriente continua mediante la HAIC.

Competencias transversales:

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Utiliza herramientas de simulación digital para el análisis y la validación de circuitos eléctricos.

Comunicar los resultados técnicos de manera estructurada mediante la elaboración de informes prácticos.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad® <https://www.tinkercad.com/>

Plataforma Google Classroom®.

Introducción:

La práctica se realizará mediante la aplicación la HAIC, que se forma mediante la integración de Tinkercad® y la plataforma gestora de aprendizaje (LMS) Google Classroom®.

En Tinkercad® se realiza la práctica en ambiente virtual, por lo que se sugiere seguir las mismas medidas de seguridad de un laboratorio presencial para el uso adecuado del equipo y las correctas conexiones. De igual manera, se pide observar las normas de convivencia y de respeto, la duración de la práctica es de 2 horas en el horario oficialmente establecido para la realización de la práctica de laboratorio.

En Google Classroom® encontrarán los recursos digitales, así como los avances académicos por lo que es importante consultar la plataforma previamente a la práctica para atender la correcta realización del experimento propuesto en la práctica.

Metodología:

I. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PREVIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

1. Consulte la *Actividad 3* en Google Classroom, en equipo, resuelvan los ejercicios propuestos, como apoyo, también pueden consultar el material digital “Resistencias variables” y “Divisor de voltaje” en la LMS.
2. Revisar las notas de clase y consultar fuentes digitales especializadas para documentar el funcionamiento del Potenciómetro y el uso del multímetro para realizar mediciones en dicho elemento, así como el método del divisor de voltaje para determinar la respuesta de circuitos eléctricos de cd.

II. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA EN EL LABORATORIO:

Parte 1: Desarrollo analítico.

En equipo, analicen matemáticamente el circuito eléctrico de la figura 3.1 y encuentre los voltajes indicados como V_1 , V_2 y V_3 asegúrese de aplicar divisores de voltaje para encontrar los resultados, realice el registro de los valores obtenidos en una tabla comparativa.

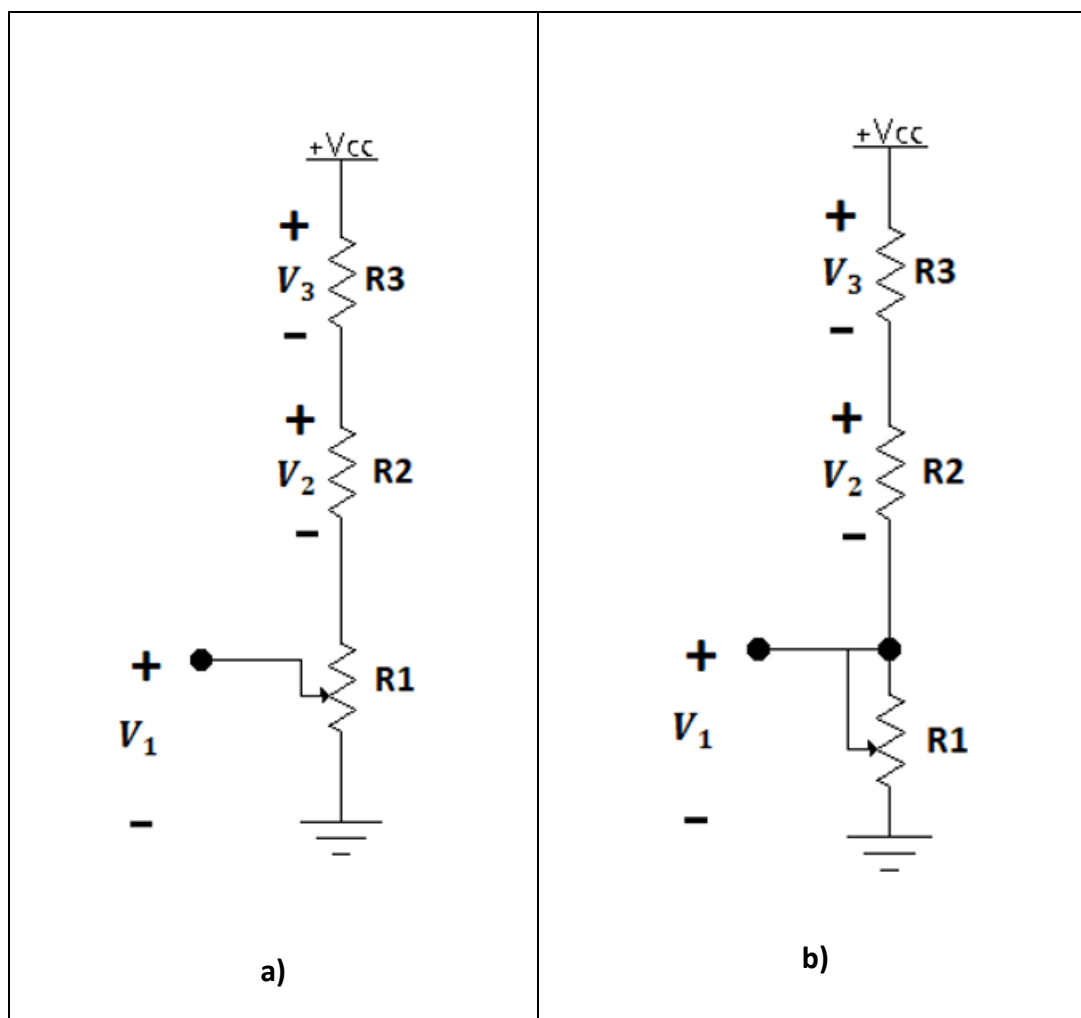


Figura 3.1

Parte 2: Desarrollo experimental.

1. En la placa de pruebas de Tinkercad®, arme el circuito mostrado en la figura 3.1 a), ajuste el potenciómetro de manera que desde la terminal central a cada uno de los terminales de los extremos se mida con el multímetro el 50% del valor total del potenciómetro. Se recomienda que consulte las sugerencias para el estudiante al final de este documento, ya que se incluye una breve explicación general sobre el ajuste del potenciómetro. Conecte y encienda la fuente de voltaje a 12Vcd para energizar el circuito, es decir, ejecute la simulación en Tinkercad® y usando el multímetro mida los voltajes indicados como V_1 , V_2 y V_3 . Recuerde revisar las conexiones antes de

energizar el circuito para evitar cortos y ajustar el multímetro en la escala adecuada para las mediciones.

2. Apague la fuente y desconecte el potenciómetro, es decir, detenga la simulación y vuelva a ajustar el potenciómetro de manera que, desde la terminal central a la terminal 1 se mida con el multímetro el 25% del valor total del potenciómetro y mida los voltajes V_1 , V_2 y V_3 .
3. Detenga la simulación para realizar los cambios necesarios al potenciómetro de la figura 3.1 a) de manera que se convierta en el circuito de la figura 3.1 b). Con el potenciómetro calibrado al **50% del valor total del potenciómetro en cada una de sus terminales**, inicie la simulación y mida los voltajes V_1 , V_2 y V_3 .
4. Detenga la simulación, y vuelva a ajustar el potenciómetro de manera que, desde la terminal central a la terminal 1 se mida con el multímetro el **25% del valor total del potenciómetro** y mida los voltajes V_1 , V_2 y V_3 .

Parte 3: Análisis y reflexión.

Adapte la tabla en donde tiene los resultados analíticos, para registrar los resultados de sus mediciones y realizar las comparativas entre resultados teóricos con los resultados medidos. ¿Qué pudo concluir con respecto a las mediciones realizadas en los puntos 1 y 2, con respecto a las mediciones en los puntos 3 y 4? Sustente sus conclusiones en base al Divisor de Voltaje observado en la práctica. Recuerde tomar las notas y evidencias necesarias para generar el reporte de la práctica.

III. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICA:

En Google Classroom® se especifican las indicaciones para generar el reporte de la práctica, de manera particular para esta práctica debe considerar como especificaciones del reporte las siguientes:

En los RESULTADOS deberá incluir:

Una tabla comparativa con los valores medidos en la simulación en Tinkercad® contra los valores teóricos (obtenidos mediante el análisis del circuito eléctrico). Las evidencias de realización de la

práctica (fotos, desarrollo analítico, etc.) así como las respuestas a los cuestionamientos realizados en el desarrollo de la práctica.

En las **CONCLUSIONES** deberá:

Explicar ampliamente las conclusiones debatidas en el equipo en relación con la comparación de los resultados teóricos con los valores simulados, sustente sus conclusiones aplicando principalmente el divisor de voltaje.

Sugerencias para el Estudiante:

Un potenciómetro opera como una resistencia fija si se emplea únicamente la conexión de sus terminales extremas, está compuesto por una resistencia de valor total fijo a lo largo de la cual se mueve un cursor, que es un contacto móvil **que divide la resistencia total en dos resistencias de valor variable** y cuya suma es la resistencia total, por lo que al mover el cursor una aumenta y la otra disminuye, así, el valor de la resistencia se controla girando el eje del potenciómetro. En la figura 3.2 se muestra la componente física para el potenciómetro, se señala el eje y la terminal variable.

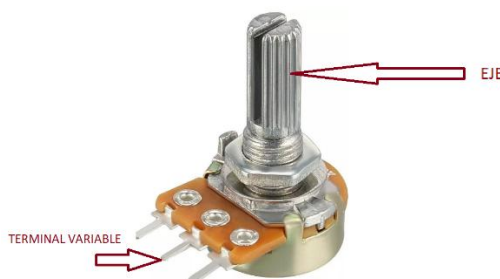


Figura 3.2

Para la correcta realización de esta práctica, es necesario el **AJUSTE DEL POTENCIÓMETRO** antes de conectarlo con las demás componentes electrónicas en el circuito especificado, para ello es necesario emplear el multímetro en la escala adecuada para medir resistencia, y luego ajustar el potenciómetro acorde a lo solicitado, **esto es posible girando (lo necesario) EL EJE del potenciómetro hacía la izquierda o hacía la derecha** mientras mantiene conectado el multímetro según se muestra en la figura 3.3 (no es necesario usar dos multímetros, la medición se puede realizar en dos tiempos)



Figura 3.3

En la figura 3.3, se puede observar que el potenciómetro fue ajustado de manera que, de la terminal variable a la terminal 1 se pueda obtener una resistencia del 60% del valor de su valor, lo que provoca que de la terminal central a la terminal 2 la resistencia sea del 40% del valor del valor de dicho potenciómetro.

Criterios de evaluación:

	Porcentaje	Evidencia de Desempeño
Desarrollo analítico	30%	Tabla comparativa de resultados teóricos y experimentales.
Simulación en Tinkercad®	35%	Simulación funcional del circuito en Tinkercad®.
Reporte	35%	Informe técnico de laboratorio.

Bibliografía:

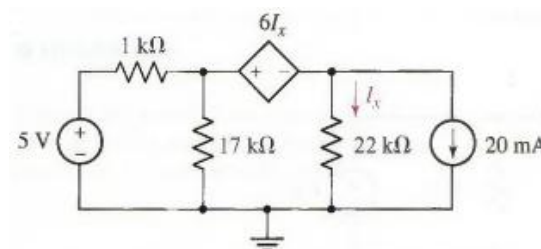
Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2024). Análisis de circuitos de ingeniería (10.ª ed.). McGraw Hill.

Autodesk. (s.f.). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com/>

Anexo D

Práctica 4 Análisis de Nodos.

Práctica No. 4



Nombre de la Práctica:

Análisis de Nodos.

Objetivo de la Práctica:

Analizar el comportamiento de los circuitos eléctricos aplicando el método de análisis nodal y utilizando herramientas de simulación digital integradas en la HAIC.

Competencia específica:

Aplicar adecuadamente el método de análisis de nodos para encontrar los voltajes de nodo en un circuito eléctrico.

Competencias transversales:

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Utiliza herramientas de simulación digital para el análisis y la validación de circuitos eléctricos.

Comunicar los resultados técnicos de manera estructurada mediante la elaboración de informes prácticos.

Fortalece la capacidad de analizar y resolver problemas técnicos mediante la comparación de resultados teóricos y experimentales.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad® <https://www.tinkercad.com/>

Plataforma Google Classroom®.

Introducción:

La práctica se realizará mediante la aplicación la HAIC, que se forma mediante la integración de Tinkercad® y la plataforma gestora de aprendizaje (LMS) Google Classroom®.

En Tinkercad® se realiza la práctica en ambiente virtual, por lo que se sugiere seguir las mismas medidas de seguridad de un laboratorio presencial para el uso adecuado del equipo y las correctas conexiones. De igual manera, se pide observar las normas de convivencia y de respeto, la duración de la práctica es de 2 horas en el horario oficialmente establecido para la realización de la práctica de laboratorio.

En Google Classroom® encontrarán los recursos digitales, así como los avances académicos por lo que es importante consultar la plataforma previamente a la práctica para atender la correcta realización del experimento propuesto en la práctica.

Metodología:

I. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PREVIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

1. Consulte la Actividad 4 en Google Classroom, en equipo, resuelvan los ejercicios propuestos, como apoyo, también pueden consultar el material digital “Método de análisis de nodos y supernodos con fuentes independientes de CD” en la LMS.
2. Revisar las notas de clase y consultar fuentes digitales especializadas para documentar el uso del multímetro para realizar mediciones de voltaje de CD en un elemento y en un nodo.

II. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA EN EL LABORATORIO:

Parte 1: Desarrollo analítico.

En equipo, analicen matemáticamente el circuito eléctrico de la figura 4.1 y usando el método de supernodos encuentre:

1. El voltaje en los nodos A, B y C.
2. El voltaje V_x en la resistencia R1.
3. Usando los voltajes encontrados en los nodos, determine la corriente i_y en la resistencia R2 y la corriente i_x en la resistencia R3.

Registre los resultados en la tabla 4.1. ¿Cuáles son sus conclusiones?

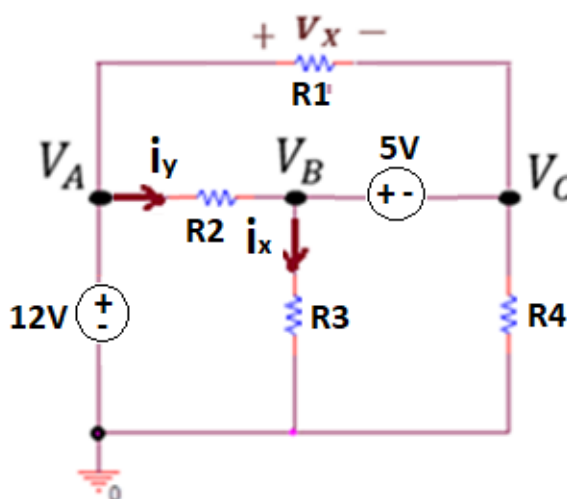


Figura 4.1

Parte 2: Desarrollo experimental.

1. En la placa de pruebas de Tinkercad®, arme el circuito mostrado en la figura 4.1. Active la simulación y mida con el multímetro (en la escala apropiada para medir voltaje de CD) el voltaje en los nodos A, B y C; así como el voltaje V_x y las corrientes i_x y i_y y anótelos en la tabla 4.1.

	Resultados Teóricos	Resultados en el simulador Tinkercad®
Voltaje en el nodo V_A		
Voltaje en el nodo V_B		
Voltaje en el nodo V_C		
Voltaje V_x		
Corriente i_x		
Corriente i_y		

Tabla 4.1

Parte 3: Análisis y reflexión.

Use la tabla 4.1 para comparar los valores medidos en los nodos en Tinkercad®, así como el voltaje en R1 y las corrientes en R2 y R3 con sus respectivos resultados analíticos (obtenidos en la actividad de aprendizaje previa) ¿qué concluye? ¿Concuerdan los resultados?

¿Cuál es la diferencia entre un voltaje de elemento y un voltaje de nodo?

¿Qué ventajas ofrece el análisis nodal para el análisis de circuitos complejos?

¿Cómo contribuyó Tinkercad a la comprensión del análisis nodal?

¿Qué dificultades surgieron durante el trabajo colaborativo?

Recuerde tomar las notas y evidencias necesarias para generar el reporte de la práctica.

III. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICA:

En Google Classroom® se especifican las indicaciones para generar el reporte de la práctica, de manera particular para esta práctica debe considerar como especificaciones del reporte las siguientes:

- En los **RESULTADOS** deberá incluir:

La tabla 4.1 debidamente completada de acuerdo con las indicaciones.

El análisis teórico del circuito eléctrico realizado para completar el llenado de las tablas.

Las evidencias de realización de la práctica (fotos, desarrollo analítico, etc.) así como las respuestas a los cuestionamientos realizados en el desarrollo de la práctica.

- En las **CONCLUSIONES** deberá:

Explicar ampliamente las conclusiones del equipo con relación a la importancia del uso del análisis de nodos.

Sugerencias para el Estudiante:

Comprobar que el circuito eléctrico no tenga cortos circuitos antes de energizarlo.

Usar el multímetro de acuerdo con sus especificaciones para evitar dañarlo al realizar las mediciones.

Criterios de evaluación:

	Porcentaje	Evidencia de Desempeño
Desarrollo analítico	30%	Resolución mediante el método de supernodos Tabla comparativa de resultados teóricos y experimentales.
Simulación en Tinkercad®	35%	Circuito operando correctamente en Tinkercad®.
Reporte	35%	Informe técnico de laboratorio debidamente estructurado

Bibliografía:

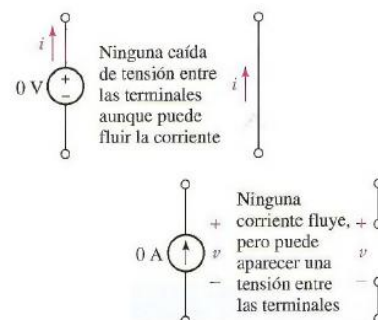
Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2024). Análisis de circuitos de ingeniería (10.^a ed.). McGraw Hill.

Autodesk. (s.f.). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com/>

Anexo E

Práctica 5 Verificación experimental del Teorema de Superposición.

Práctica No. 5



Nombre de la Práctica:

Verificación experimental del Teorema de Superposición.

Objetivo de la Práctica:

Analizar y validar experimentalmente el comportamiento de circuitos lineales aplicando el Teorema de Superposición mediante herramientas digitales integradas en la HAIC.

Competencia específica:

Reconocer circuitos lineales y aplicar el teorema de superposición a este tipo de circuitos para simplificar su análisis.

Competencias transversales:

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas de análisis de circuitos eléctricos.

Utiliza herramientas de simulación digital para el análisis y la validación de circuitos eléctricos.

Comunicar los resultados técnicos de manera estructurada mediante la elaboración de informes prácticos.

Fortalece la capacidad de analizar y resolver problemas técnicos mediante la comparación de resultados teóricos y experimentales.

Material y Equipo Requerido:

PC con conexión a internet.

Software de simulación Tinkercad® <https://www.tinkercad.com/>

Plataforma Google Classroom®.

Introducción:

La práctica se realizará mediante la aplicación la HAIC, que se forma mediante la integración de Tinkercad® y la plataforma gestora de aprendizaje (LMS) Google Classroom®.

En Tinkercad® se realiza la práctica en ambiente virtual, por lo que se sugiere seguir las mismas medidas de seguridad de un laboratorio presencial para el uso adecuado del equipo y las correctas conexiones. De igual manera, se pide observar las normas de convivencia y de respeto, la duración de la práctica es de 2 horas en el horario oficialmente establecido para la realización de la práctica de laboratorio.

En Google Classroom® encontrarán los recursos digitales, así como los avances académicos por lo que es importante consultar la plataforma previamente a la práctica para atender la correcta realización del experimento propuesto en la práctica.

Esta práctica integra actividades analíticas, experimentales y colaborativas mediante el uso de la HAIC, promoviendo la comprensión conceptual del Teorema de Superposición en circuitos eléctricos lineales.

Metodología:

I. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PREVIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:

1. Consulte la Actividad 5 en Google Classroom, en equipo, resuelvan los ejercicios propuestos, como apoyo, también pueden consultar el material digital “Teorema de Superposición” en la LMS.
2. Revisar las notas de clase y consultar fuentes digitales especializadas para documentar el uso del multímetro para detectar posibles cortocircuitos.

II. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA EN EL LABORATORIO:

Parte 1: Desarrollo analítico.

2. Realice el análisis del circuito de la figura 5.1 usando el método de superposición y determine en todos los elementos el voltaje y la corriente. Use estos resultados para encontrar la potencia en cada elemento del circuito. Anote los resultados en la tabla 5.1.

Parte 2: Desarrollo experimental.

1. Arme en placa de pruebas de Tinkercad el circuito mostrado en la figura 5.1.
2. Active la simulación y con el multímetro en la escalada adecuada; mida la corriente y el voltaje en cada uno de los elementos del circuito y registre los resultados en la tabla 5.1.

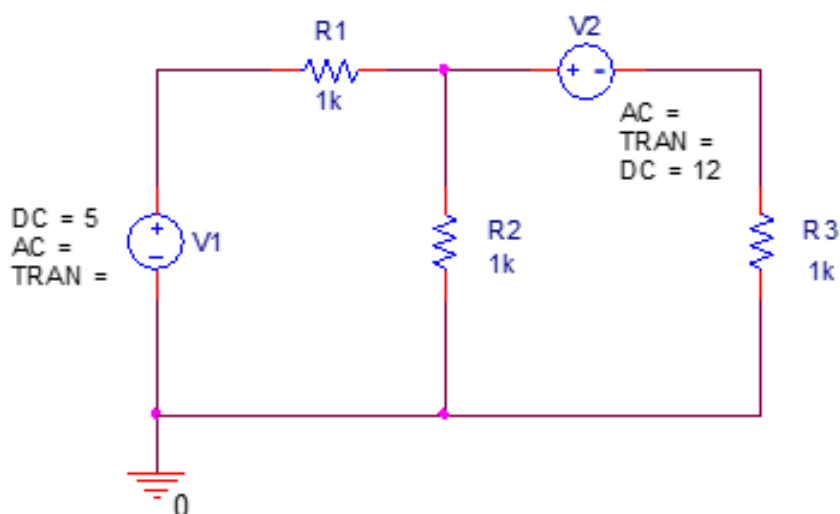


Figura 5.1

	Voltaje (Medición)	Corriente (Medición)	Voltaje (Resultado Analítico)	Corriente (Resultado Analítico)	Potencia (Resultado Analítico)
R1					
R2					
R3					
V1					
V2					

Tabla 5.1. Voltajes, Corrientes y Potencia con todas las fuentes activas.

3. Detenga la simulación para dejar inactiva la fuente V2, *active la simulación con la fuente V1 activa y con la fuente V2 inactiva*, mida con el multímetro el voltaje y la corriente en cada uno de los elementos del circuito y anote los resultados en el espacio correspondiente en la tabla 5.2. Al igual que en la tabla anterior, determine analíticamente la potencia en cada elemento debida a la única fuente activa.

	Voltaje (Medición)	Corriente (Medición)	Voltaje (Resultado Analítico)	Corriente (Resultado Analítico)	Potencia (Resultado Analítico)
R1					
R2					
R3					
V1					
V2					

Tabla 5.2. Voltajes, Corrientes y Potencia con la fuente V2 inactiva.

4. **Con la fuente V1 inactiva y con la fuente V2 activa**, active la simulación y mida con el multímetro el voltaje y la corriente en cada uno de los elementos del circuito y anote los resultados en la tabla 5.3. Al igual que en las tablas anteriores; determine analíticamente la potencia en cada elemento del circuito que resulta de llevar la fuente V1 a 0V y anote el resultado obtenido en la tabla 5.3.

	Voltaje (Medición)	Corriente (Medición)	Voltaje (Resultado Analítico)	Corriente (Resultado Analítico)	Potencia (Resultado Analítico)
R1					
R2					
R3					
V1					
V2					

Tabla 5.3. Voltajes, Corrientes y Potencia con la fuente V1 inactiva.

Parte 3: Análisis y reflexión.

1. **Sume cada voltaje y corriente** de la tabla 5.2 con su correspondiente valor en la tabla 5.3. Compare el resultado con el valor correspondiente en la tabla 5.1. ¿Qué concluye de la comparación de los resultados?
2. **Sume cada potencia** de la tabla 5.2 con su correspondiente valor en la tabla 5.3. Compare el resultado con el valor correspondiente en la tabla 5.1. ¿Qué concluye de la comparación de los resultados?
3. ¿Por qué no se les solicitó medir la potencia?
4. Al comparar los valores medidos con los resultados analíticos ¿qué concluye?
5. ¿Qué ventajas ofrece el análisis de superposición con respecto al análisis nodal para el análisis de circuitos complejos?
6. ¿Cómo contribuyó Tinkercad a la comprensión del método de superposición?

7. ¿Qué dificultades surgieron durante el trabajo colaborativo?
8. Fue suficiente el tiempo establecido de 2 horas para la realización de la práctica en la HAIC.

Recuerde tomar las notas y evidencias necesarias para generar el reporte de la práctica.

III. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICA:

En Google Classroom® se especifican las indicaciones para generar el reporte de la práctica, de manera particular para esta práctica debe considerar como especificaciones del reporte las siguientes:

- **En los RESULTADOS deberá incluir:**

Las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 debidamente completadas de acuerdo con las indicaciones.

El análisis teórico del circuito eléctrico realizado por el método de superposición para completar el llenado de las tablas.

Las evidencias de realización de la práctica (fotos, desarrollo analítico, etc.) así como las respuestas a los cuestionamientos realizados en el desarrollo de la práctica.

- **En las CONCLUSIONES deberá:**

Explicar ampliamente las conclusiones del equipo en relación con la importancia del uso del teorema de superposición para simplificar el análisis de un circuito lineal, explique detalladamente cómo se puede calcular la potencia en un elemento cuando se usa superposición como método de análisis.

Sugerencias para el Estudiante:

- Comprobar que el circuito eléctrico no tenga cortos circuitos antes de energizarlo.
- Recuerde que debe apagar y desconectar las fuentes de voltaje y colocar un cortocircuito en su lugar para obtener 0V.
- Usar el multímetro de acuerdo con sus especificaciones para evitar dañarlo al realizar las mediciones.

Criterios de evaluación:

	Porcentaje	Evidencia de Desempeño
Desarrollo analítico	35%	Resolución mediante el método de superposición. Tablas comparativas de resultados teóricos y experimentales.
Simulación en Tinkercad®	35%	Circuito operando correctamente en Tinkercad®.
Reporte	30%	Informe técnico de laboratorio debidamente estructurado.

Bibliografía:

Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Phillips, J. D., & Durbin, S. M. (2024). Análisis de circuitos de ingeniería (10.ª ed.). McGraw Hill.

Autodesk. (s.f.). Tinkercad. <https://www.tinkercad.com/>

Anexo F

Formato para el Reporte de la Práctica.

Formato para la Elaboración del Reporte de las Prácticas.

El objetivo del reporte o informe técnico es documentar, analizar y reflexionar sobre el desarrollo experimental de la práctica, integrando resultados teóricos y simulados mediante el uso de la HAIC. El informe debe enviarse a través de Google Classroom® en formato PDF, con una extensión mínima de 5 páginas y una extensión máxima de 10 páginas con el esquema siguiente:

- **PORTADA**

Deberá contener:

Nombre de la asignatura.

Título de la práctica.

Número de equipo.

Nombres completos de los integrantes del equipo y

Fecha de entrega.

- **CUERPO DEL REPORTE**

- OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

- MATERIAL Y EQUIPO USADO

- MARCO TEÓRICO

El estudiante deberá encuadrar el objetivo de la práctica con la teoría inherente al tema del que se trate la práctica.

- DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA PRÁCTICA

En esta parte, describirá como se realizó la práctica al documentar los pasos realizados durante su desarrollo. Deberá describir brevemente las teorías o procedimientos requeridos e incluir fotos, ilustraciones, diagramas, etc.

- RESULTADOS OBTENIDOS

En esta parte, tendrá que incluir las evidencias de realización de la práctica; archivos generados en el software empleado, fotografías, tablas comparativas (comparación de resultados matemáticos vs resultados simulados vs mediciones en la práctica), etc.

- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Deberá analizar e interpretar los resultados obtenidos durante el desarrollo experimental de la práctica. Comparar los valores teóricos calculados con los

valores medidos en la simulación realizada en Tinkercad®, identificando similitudes, diferencias y posibles causas de variación.

El análisis debe basarse en los principios teóricos revisados y considerar el comportamiento eléctrico observado en el circuito. Además, reflexione sobre la utilidad de la HAIC para comprender los conceptos estudiados y para el desarrollo del trabajo colaborativo.

- CONCLUSIONES

Resume los puntos más significativos obtenidos. Todo comentario incluido debe estar respaldado por los resultados obtenidos, evite comentarios especulativos. Se deben explicar ampliamente las conclusiones del equipo en relación con los resultados obtenidos y el proceso realizado para llegar a estos, *considerando las indicaciones particulares de cada práctica*.

- BIBLIOGRAFIA

Se deben incluir los datos de todas las fuentes de consulta (libros, links, etc.). Las referencias deben redactarse según la séptima edición del formato APA.

Lineamientos de Redacción:

- ✓ Escriba en tercera persona.
- ✓ Utilice un lenguaje técnico y formal.
- ✓ Evite copiar información de internet sin citar las fuentes.
- ✓ Incluya unidades y la nomenclatura correcta.
- ✓ Numere las tablas y figuras y nombrarlas de acuerdo a su descripción.

Anexo G

Rúbrica analítica de observación docente para la evaluación de viabilidad de la HAIC.

Dimensión	Criterio de evaluación	1	2	3	4	5
Pedagógica	La herramienta favorece la comprensión conceptual.					
	Existe vinculación efectiva entre la teoría y la práctica.					
Técnica	La simulación funciona correctamente y sin interrupciones.					
	La integración entre Tinkercad y Classroom es estable.					
Accesibilidad	La interfaz es intuitiva para docentes y estudiantes.					
	El acceso a los recursos digitales y las actividades de aprendizaje es sencillo.					
Colaboración	La herramienta facilita el trabajo colaborativo					
	Existe comunicación efectiva entre el docente y los estudiantes.					
Factibilidad	La herramienta puede implementarse en los cursos de circuitos eléctricos.					
	La herramienta es pertinente por el modelo de competencias.					

Escala de Likert:

Docente 1:

Valor	Interpretación
1	Deficiente
2	Bajo
3	Aceptable
4	Bueno
5	Excelente

 (Nombre y Firma)