

PROPUESTA DE MÓDULO DIDÁCTICO PARA CURSOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD USANDO IMPRESIÓN 3D.

PROPOSAL FOR A DIDACTIC MODULE FOR BASIC ELECTRICAL COURSES USING 3D PRINTING.

Emmanuel López-Muñoz, Brian Manuel González-Contreras*.

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, Ingeniería Mecánica.

*Email: brianmanuel.gonzalez@uatx.mx.

Recibido: 24-Noviembre-2025

Aceptado: 19-Diciembre-2025

RESUMEN

Esta propuesta presenta el diseño y manufactura de un módulo didáctico para apoyar la enseñanza por medio de prácticas de laboratorio del área de circuitos eléctricos usando impresión 3D del tipo Fabricación por Filamento Fundido. El módulo está inspirado en uno comercial pero obsoleto, pues se busca proporcionar alternativas de reemplazo del equipo dentro del laboratorio de ingeniería mecánica, en el área eléctrica. Se presenta el diseño del módulo haciendo uso de las metodologías de diseño de ingeniería mecánica y considerando prototipado rápido. El módulo se diseñó usando AutoCAD 2025 versión estudiantil, se laminó en Creality Print y se manufacturó usando la impresora ENDER-3 V3 SE con filamento termoplástico de ácido poliláctico. Se muestran las especificaciones finales del módulo diseñado, así como los valores de impresión que permitieron lograr un módulo funcional.

Palabras Clave: circuitos eléctricos, diseño, impresión 3D, manufactura aditiva, módulo didáctico.

ABSTRACT

This proposal presents the design and manufacture of a didactic module to support teaching through laboratory practices in the area of electrical circuits using 3D printing by Fused Filament Manufacturing, within the approach of Science, Technology, Engineering and Mathematics. The development of the module is presented making use of engineering design methodologies considering rapid prototyping. The module was designed using AutoCAD 2026 student version, laminated in Creality Print and manufactured using ENDER-3 V3 SE printer with polylactic acid thermoplastic filament. The final specifications of the designed module are shown, as well as the print values that allowed to achieve a functional module.

Keywords: additive manufacturing, design, didactic module, electrical circuits, 3D printing.

1. INTRODUCCIÓN

La industria 4.0 es un tema de gran relevancia actualmente, pero debe generar un mayor interés en el ingeniero Mecánico, ya que representa la cuarta revolución industrial (Rana y Rathore, 2023). Esta evolución, por periodo de años, se muestra en la Figura 1.

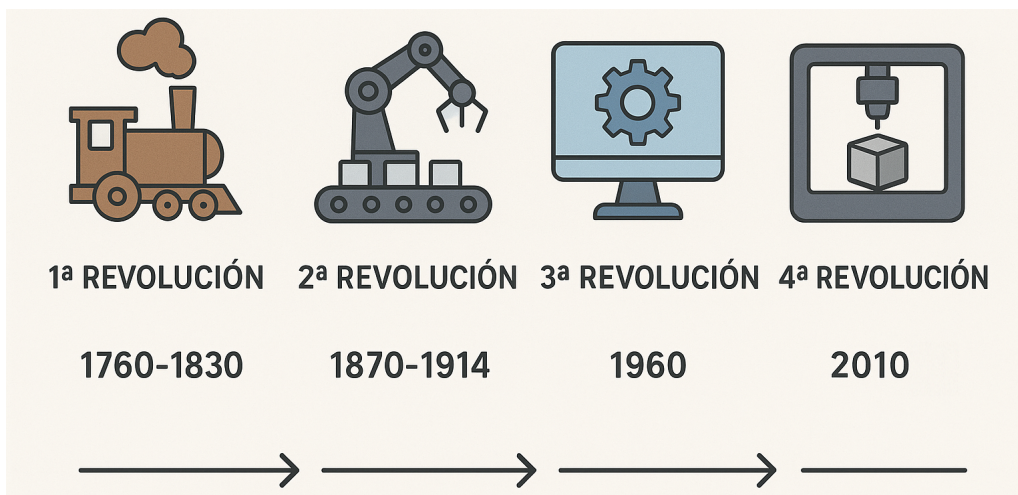


Figura 1. Esquema representativo de la evolución de las revoluciones industriales.

Está caracterizada por la integración de tecnologías avanzadas en los procesos de fabricación y de producción, combinando los sistemas físicos y digitales para la automatización a partir de los datos recabados. El gobierno alemán introdujo por primera vez el término Industria 4.0 (I4.0) en la Feria de Hannover de 2011. Se define como la integración vertical y horizontal de activos físicos en un ecosistema digital (Rana y Rathore, 2023). Se centra en la automatización avanzada, la robótica y el aumento de la conectividad entre máquinas (espacio ciberfísico) y personas, el uso del análisis de datos, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial, los sistemas virtuales y las tecnologías de sensores. Se trata de una perspectiva integradora que utiliza la digitalización y el espacio ciberfísico para mejorar la toma de decisiones y el rendimiento (Gibson y col., 2015; Rana y Rathore, 2023). La I4.0 se compone de nueve tecnologías que son los motores clave de la automatización y la digitalización industrial (Rana y Rathore, 2023):

- Internet de las cosas. Conexión de máquinas, dispositivos y sistemas para recopilar y compartir datos en tiempo real, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones.
- Datos masivos (*Big Data*) y su análisis. Uso de grandes volúmenes de datos generados en tiempo real para optimizar operaciones, predecir fallos y personalizar productos.
- Inteligencia Artificial (IA) y aprendizaje máquina (*machine learning*). Implementación de algoritmos que permiten a las máquinas aprender y adaptarse, automatizando procesos complejos.
- Robótica avanzada. Uso de robots autónomos y colaborativos (cobots) que trabajan junto a humanos para realizar tareas con precisión y seguridad.
- Impresión 3D (manufactura aditiva). Creación de prototipos y productos personalizados de manera eficiente, reduciendo costos y tiempo.
- Ciberseguridad. Protección de sistemas conectados contra amenazas digitales para garantizar la integridad de los datos y operaciones.

- Realidad Aumentada. Uso de tecnologías visuales para mejorar la capacitación, la supervisión de procesos y el mantenimiento de equipos.
- Computación en la nube y computación periférica. Gestión y procesamiento de datos mediante plataformas en la nube y tecnologías de procesamiento locales para una respuesta rápida.

Tomando en cuenta el listado previo, el uso de la impresión 3D tiene relevancia actual no solo para mejorar diseños y llevarlos a una realidad útil, sino que permite mejorar y actualizar material de apoyo didáctico. Tomando en cuenta la falta de renovación de los equipos para pruebas eléctricas en el laboratorio de mecánica, se plantea el rediseño estratégico del equipo “módulo eléctrico didáctico” de la mano de las actuales tecnologías, como la impresión 3D.

1.1 Impresión 3D por FDM

La impresión 3D por FDM® (Modelado por Deposición Fundida) es una de las tecnologías más comunes en la manufactura aditiva (FDM, 2021). Como la anterior se trata de una marca registrada, en ocasiones se prefiere el uso de la descripción de Fabricación por Filamento Fundido (FFF) y describe igualmente el tipo de impresión 3D por extrusión (Camburn y col., 2017). Utiliza un filamento termoplástico que se funde y deposita capa por capa para construir un objeto tridimensional a partir de un diseño digital (Gibson y col., 2015).

En cuanto a los materiales utilizados, se consideran los filamentos termoplásticos como PLA (Ácido Poliláctico), ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), PETG (Tereftalato de Polietileno Glicol), TPU (poliuretano termoplástico) y materiales compuestos con madera (resinas), metal o fibra de carbono (Alfattni, 2022; Garcia-Dominguez y col., 2020). Los filamentos vienen en carretes y se funden mediante un extrusor a temperaturas controladas. El filamento fundido se extruye a través de una boquilla caliente, depositando material en un patrón definido capa por capa hasta formar el objeto. El funcionamiento descrito se apoya en la Figura 2.

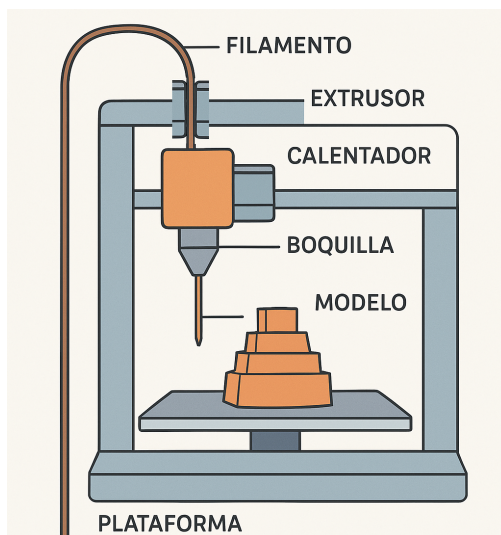


Figura 2. Representación gráfica simple de los componentes básicos de una impresora 3D genérica.

El proceso de impresión sigue la secuencia genérica de toda manufactura aditiva, la cual se muestra en la Figura 3. El diseño del objeto se crea en software CAD, se exporta a formato *STL* (estereolitografía o Lenguaje triangular estándar) y se convierte a formato *G-code* mediante un software de laminado (Saleh y col., 2021).

Existen diferentes características dentro del uso de este tipo de manufactura (Camburn y col., 2017; García-Domínguez y col., 2020; Gibson y col., 2015). Entre las ventajas, limitaciones y aplicaciones pueden destacarse las siguientes.

Ventajas:

- Accesibilidad: es la tecnología de impresión 3D más económica y ampliamente utilizada.
- Versatilidad: amplia variedad de materiales disponibles.
- Personalización: ideal para prototipos y modelos únicos.
- Sostenibilidad: menos desperdicio de material comparado con técnicas sustractivas.

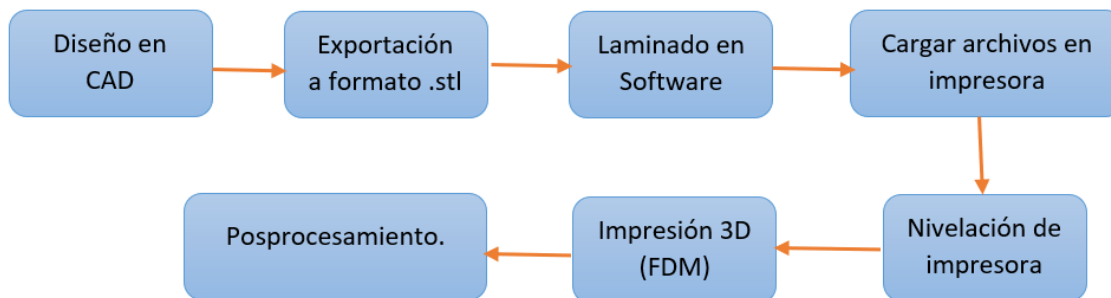


Figura 3. Etapas generales del proceso de impresión 3D.

Limitaciones:

- Resolución limitada: las capas pueden ser visibles, lo que afecta el acabado superficial.
- Propiedades anisotrópicas: la resistencia del objeto puede variar dependiendo de la orientación de las capas.
- Velocidad: puede ser más lento que otros métodos para piezas complejas o grandes.
- Requerimientos de soporte: los diseños con voladizos extremos necesitan estructuras de soporte adicionales que deben removerse y post-procesarse.

Aplicaciones:

- Prototipado rápido: ideal para validar diseños y conceptos.
- Educación: herramienta clave en proyectos que integran la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) para enseñar manufactura y diseño.
- Producción de piezas finales: en casos donde la personalización o cantidades pequeñas sean claves.
- Modelado arquitectónico y artístico: creación de maquetas y piezas decorativas.

1.2 La importancia de los equipos de laboratorio

Ante la problemática de la infraestructura y el equipamiento que enfrentan varias instituciones de educación media superior y superior, se buscan estrategias de enseñanza bajo una serie de impactos y de recomendaciones dadas por la UNESCO y dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Moran, 2025), con el objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Igualmente, dentro de los objetivos de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces, 2025), donde el Programa Nacional Estratégico Educación busca desarrollar metodologías educativas y materiales didácticos que

propicien la inclusión social de las personas. En este sentido, resulta relevante utilizar tecnologías de vanguardia que promuevan y permitan desarrollar módulos de bajo costo para ir reemplazando o sustituyendo el equipo que se encuentra obsoleto dentro de los laboratorios de nuestro entorno. Esto promueve, al mismo tiempo, la integración y el desarrollo de materias científicas y técnicas en un único marco interdisciplinar. La integración anterior se conoce como la educación *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* - Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), que es una pedagogía de aprendizaje en la que la aplicación de conocimientos y habilidades se integra a través de proyectos o problemas contextualizados (Kelley y Knowles, 2016).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se inicia el diseño de los módulos considerando como base los dispositivos comerciales de la marca LabVolt de Festo (Festo Didactics, 2025), que son comunes en los sistemas de educación medio superior y superior de México. Enseguida se consideran los elementos y la metodología que se describen a continuación.

2.1. Manufactura por impresión 3D

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizó una impresora 3D de la marca Creality (ENDER-3 V3 SE), mientras que el filamento de polímero termoplástico empleado es el PLA, ampliamente utilizado y recomendado para la manufactura de prototipos (Saleh y col., 2021). Las características de la impresora y del material PLA empleados en este proyecto se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características y valores para la impresora Creality y el material PLA.

Características de la impresora ENDER-3 V3 SE		Características del filamento PLA (ácido poliláctico)	
Característica	Valores o especificación	Parámetro	Valor o especificación
Volumen de impresión	220 × 220 × 250 mm	Temperatura de impresión	190 – 230 °C
Diámetro de boquilla	0.4 mm	Punto de fusión	150 °C
Altura de capa	0.1 – 0.35 mm	Temperatura de cama	40 – 50 °C
Exactitud de impresión	±0.1 mm	Resistencia a la tracción	≥ 60 MPa
Consumo de potencia	350 W	Módulo de flexión	≥ 60 MPa
Fuerza de extrusión	80 N	Diámetro	1.75 mm
Extrusión	Directa	Agrietamiento	≥ 30%
Engranaje	Doble	Temperatura de deflexión	≥ 60 °C
Materiales	PLA, PETG, TPU	Temp. de transición vítrea	≥ 50 °C

En cuanto al software de diseño y dibujo asistido por computadora (CAD) se emplea AutoCAD 2025, en versión estudiantil, que permite crear y editar dibujos y modelos 2D y 3D de forma precisa. Para impresión se usó una impresora 3D de la marca Creality, que contiene el software de laminado Creality Print que se basa en el OrcaSlicer.

2.2. Metodología de diseño en prototipado rápido

La secuencia seguida para desarrollar el módulo propuesto considera dos aspectos: el proceso de diseño de ingeniería (Wickert y Lewis, 2013) y el de prototipado rápido (Gibson y col., 2015). El primero inicia con un diseño preliminar que irá mejorándose hasta lograr una validación del producto. Esto se ilustra en la Figura 4.



Figura 4. Etapas generales del proceso de impresión 3D.

El prototipado rápido (Gibson y col., 2015) se orienta en dimensionar y dar forma a productos antes de ser fabricados, con el fin principal de cumplir requisitos mecánicos y satisfacer las necesidades para las que han sido concebidos, de esta forma se cumple el diseño de ensamblajes y de planos; se apoya principalmente en el software CAD. El proceso se ilustra en la Figura 5.

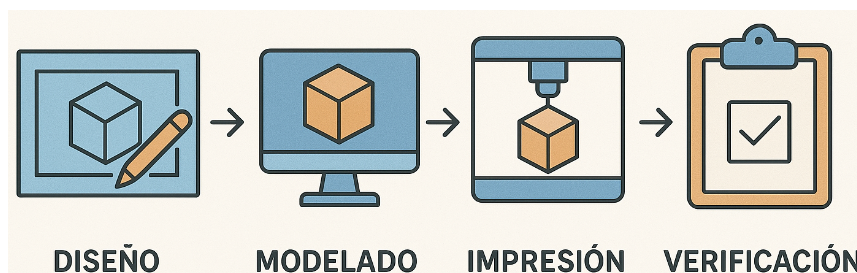


Figura 5. Etapas generales del proceso de prototipado rápido.

El proceso de diseño 3D en AutoCAD se describe brevemente enseguida (Camburn y col., 2017):

- Se comienza configurando el espacio de trabajo a "Modelado 3D", dibujando la base en 2D o creando primitivas 3D (caja, cilindro, etc.) y luego utilizando herramientas como EXTRUIR para darles altura.
- Para manipular y visualizar el objeto, se emplean comandos de visualización como 3DORBITA y el cubo de visualización para cambiar el ángulo y estilo visual.
- Pueden ajustarse estilos visuales para ver el modelo de diferentes maneras. Asimismo, poder refinar y finalizar piezas. Se utilizan operaciones de sólido para combinar o sustraer volúmenes y crear formas más complejas. Igualmente, para añadir detalles más finos tales como bisels (empalmes), chaflanes, o extrusiones de planos, se usan comandos especiales.
- El renderizado genera una imagen estática o animación de alta calidad del modelo final. Mientras que el exportado permite guardar el modelo en el formato de archivo adecuado para su uso posterior, ya sea para planos arquitectónicos, fabricación u otras aplicaciones.

El programa de laminado, también conocido como *slicer*, es un software esencial en el proceso de impresión 3D. Su función principal es convertir un modelo 3D digital (el archivo STL) en instrucciones

que la impresora 3D pueda entender y ejecutar para crear físicamente el objeto, capa por capa. Las etapas de este proceso son (Camburn y col., 2017; Garcia-Dominguez y col., 2020):

- División en capas. Divide el modelo 3D en capas horizontales o rebanadas para que la impresora pueda imprimirlo capa por capa.
- Generación de trayectorias de impresión. Calcula la trayectoria exacta que seguirá la boquilla de impresión para depositar el material de manera precisa en cada capa.
- Configuración de parámetros. Permite a los usuarios configurar una serie de parámetros clave, como la altura de capa, la densidad de relleno, la velocidad de impresión y la temperatura del extrusor y la cama caliente. Estos ajustes afectan la calidad y el tiempo de impresión.
- Generación de soportes. Puede generar estructuras de soporte para partes que se imprimen en el aire para evitar que se caigan durante la impresión.
- Vista previa y simulación. Algunos laminadores ofrecen una vista previa o simulación de la impresión para que los usuarios puedan ver cómo se imprimirá el modelo y detectar posibles problemas antes de imprimir físicamente.
- Generación de Código G. Convierte todas las instrucciones en un archivo de código (programación) geométrico conocido como Código G, que es un conjunto de comandos que la impresora 3D puede entender y ejecutar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño inicial incluye considerar como base el módulo que ya existe en el laboratorio, pero se consideran aspectos de facilidad de conexión y ensamblaje, debido a que se trata de material plástico. Para la cara frontal, aquella en donde el usuario aprendiz observa de qué se trata el módulo y en donde se encuentran los terminales de conexión, se realizó la propuesta que se muestra en la imagen izquierda de la Figura 6. Se ilustra el símbolo del resistor y el interruptor asociado a cada uno. Los diseños finales elaborados en AutoCAD se muestran en la parte derecha de la Figura 6. Se presentan las vistas acotadas en donde se incluyeron cejas y pestañas que permitan un ensamblaje adecuado y con consideración del material plástico que se emplearía en la impresión final.

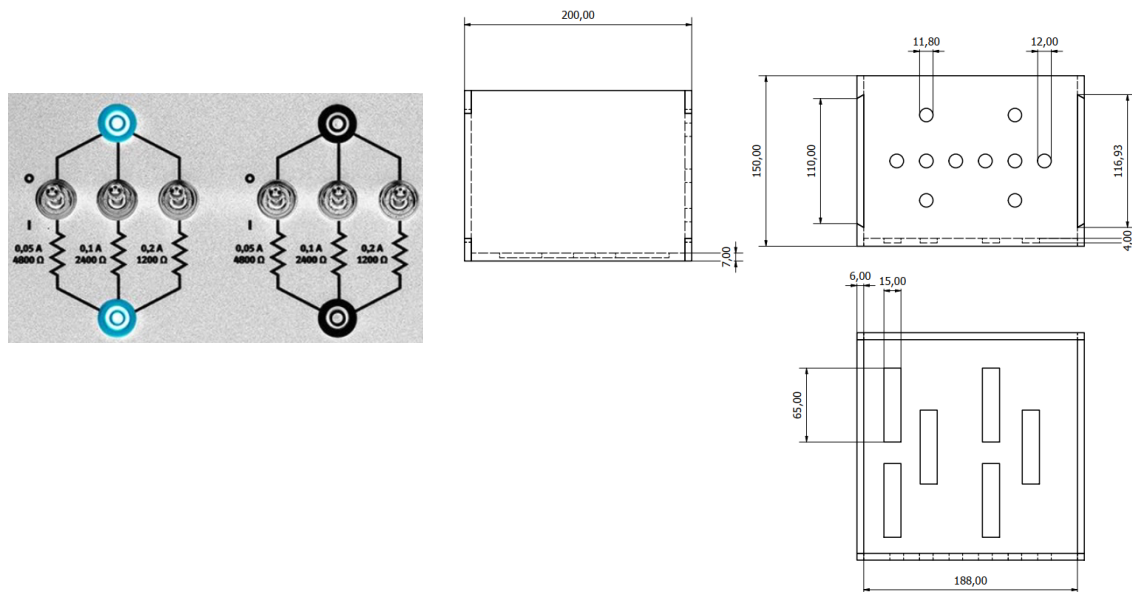


Figura 6. Módulo de resistencias: a la izquierda se muestra la descripción gráfica de lo que se desarrolla, a la derecha se muestran las vistas acotadas del diseño propuesto, con cotas y dimensiones.

Siguiendo las etapas del proceso de impresión 3D, el laminado requiere definir los parámetros de dos aspectos principales: propiedades de temperatura relacionadas con el filamento y ajustes de impresión por capas. En esta etapa se definen valores finales después de pruebas heurísticas, porque el filamento es susceptible a las temperaturas del entorno y porque cada fabricante presenta en sus filamentos ligeras diferencias en cuanto a los puntos de fusión y de impresión. Por ejemplo, la Figura 7 muestra algunas de las pruebas que tuvieron que hacerse antes de establecer los parámetros finales para lograr la manufactura adecuada de piezas, no solo en material, si no en acabado y dimensionamiento, tal como lo establecen las secuencias mostradas en las Figuras 4 y 5.



Figura 7. Pruebas de impresión para determinar los parámetros adecuados de laminación del filamento.

La imagen de la izquierda de la Figura 7 muestra el fenómeno de deformación (*warping*) debido a temperaturas bajas en la cama de impresión lo que provoca poca adherencia a la misma; mientras que la imagen derecha de la misma Figura 7 muestra la impresión con parámetros adecuados. Los parámetros finamente usados para imprimir las partes del módulo se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de impresión finalmente usados.

Parámetros del filamento		Parámetros de impresión	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Diámetro de la boquilla	4 mm	Altura de capa	0.28 mm
Temperatura extrusor	215 °C	Relleno	15 %
Grosor del filamento	1.75 mm	Patrón de relleno	Panal
Temperatura cama	175 °C	Grosor de paredes	3 mm

Finalmente, el diseño que considera los elementos eléctricos que se deben montar en la cara frontal del módulo y las caras que lo constituyen, se muestra a la izquierda de la Figura 8, en donde se señalan las caras del ensamble: 1-cara posterior, 2-cara lateral (izquierda y derecha), 3-cara posterior, 4-base. Por otro lado, la imagen derecha de la Figura 8 muestra el módulo finalmente manufacturado y con los elementos eléctricos conectados, la misma figura muestra el uso de este para verificar su funcionalidad.

Como puede verse en la imagen izquierda de la Figura 8, el módulo fue diseñado de forma que al estar impreso, se realice el conexionado de los elementos de manera sencilla, pues las caras se imprimen por separado para después ensamblarse siguiendo las etapas del proceso de impresión 3D y empleando geometría básica pero que incorpora refuerzos estructurales y tornillo de cabeza plana, con lo cual no solo cumple con las especificaciones eléctricas y de seguridad, sino que se convierte en un ejemplo tangible de diseño electromecánico integrado.

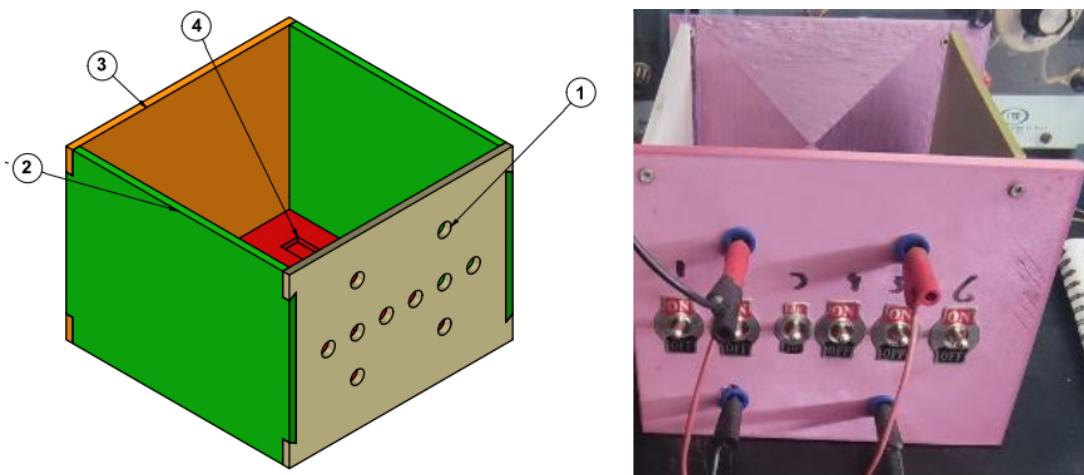


Figura 8. Vista en perspectiva del ensamble del módulo diseñado dentro del entorno de AutoCAD (izq.). Vista real del módulo impreso, ensamblado y conectado con los componentes eléctricos (der.).

4. CONCLUSIONES

Se diseñó y manufacturó un módulo didáctico para apoyar las prácticas de laboratorio del área eléctrica, en específico, un conjunto de resistencias eléctricas, el cual es muy utilizado en practicas con circuitos básicos tanto de corriente directa como de alterna en baja tensión. El proyecto concluye con la exitosa creación y validación funcional del módulo didáctico de bajo costo, demostrando que la impresión 3D es una solución viable y eficaz para desarrollar infraestructura de laboratorio. El módulo representa un ejemplo tangible de diseño electromecánico integrado, permitiendo a los estudiantes consolidar conocimientos teóricos de una manera práctica. Demuestra cómo se pueden resolver problemas complejos (térmicos, mecánicos, eléctricos) mediante un diseño ingenieril pertinente y utilizando técnicas de fabricación modernas y accesibles.

4.1. Trabajos futuros

Como trabajos futuros destaca la expansión del diseño hacia diferentes módulos que ya están obsoletos y aquellos que se requieren para elaborar diferentes tipos de prácticas, pues se trata de un paso lógico aplicando la misma metodología para diseñarlos y fabricarlos, dando prioridad a los módulos básicos indispensables para los cursos de circuitos eléctricos. Igualmente se considera el análisis por Simulación, donde se planea utilizar Solid Works para realizar análisis de resistencia y esfuerzo, lo que permitirá validar y optimizar los diseños con mayor fundamento y explorar el uso de otros materiales poliméricos. Asimismo, la mejora continua, en donde se buscará mejorar los diseños actuales, así como su funcionamiento basándose en la retroalimentación continua.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa CINCSSE (<https://www.cincse.com.mx/>) por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Alfattni, R. (2022). Comprehensive study on materials used in different types of additive manufacturing and their applications. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 7(1), 92-114. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.1.007>

Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K., Wood, K. (2017). Design prototyping methods: State of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science*, 3, e13. <https://doi.org/10.1017/dsj.2017.10>

Garcia-Dominguez, A., Claver, J., Camacho, A. M., Sebastian, M. A. (2020). Analysis of general and specific standardization developments in additive manufacturing from a materials and technological approach. *IEEE Access*, 8, 125056-125075. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3005021>

Kelley, T. R., Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Rana, B., Rathore, S. S. (2023). Industry 4.0 – Applications, challenges and opportunities in industries and academia: A review. *Materials Today: Proceedings*, 79, 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.12.162>

Saleh Alghamdi, S., John, S., Roy Choudhury, N., Dutta, N. K. (2021). Additive manufacturing of polymer materials: Progress, promise and challenges. *Polymers*, 13(5), 753. <https://doi.org/10.3390/polym13050753>

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. 2015. *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping and direct digital manufacturing*; New York, NY. Springer.

M. Moran, «Educación», Desarrollo Sostenible, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education>, (noviembre, 2025).

Programas Nacionales Estratégicos, SECIHTI, <https://secihtl.mx/pronaces>, (noviembre, 2025).

Wickert, J. A., Lewis, K. E. (2013). An introduction to mechanical engineering (3rd ed.). Cengage Learning.

FDM - Modelado por deposición fundida, <https://www.3ds.com/es/make/service/3d-printing-service/fdm-fused-deposition-modeling>, (diciembre, 2021).

Festo Didactics, https://labvolt.festo.com/Website/solutions/6_electricity_and_new_energy/50-8353-00_transformer, (septiembre, 2025).