

# 47

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: enero, 2022

## CONSTRUCCIÓN DE MAQUETAS

PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### CONSTRUCTION OF MODELS FOR THE IMPROVEMENT OF THE TEACHING PROCESS - LEARNING OF ELECTRICAL CIRCUITS

Maykop Pérez Martínez<sup>1</sup>

E-mail: [maykop@electrica.cujae.edu.cu](mailto:maykop@electrica.cujae.edu.cu)

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

Dailen García del Sol<sup>1</sup>

E-mail: [dailenga@electrica.cujae.edu.cu](mailto:dailenga@electrica.cujae.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1425-7371>

Ernesto Díaz Alfonso<sup>1</sup>

E-mail: [ediaz@electrica.cujae.edu.cu](mailto:ediaz@electrica.cujae.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1837-058X>

Orestes Hernández Areu<sup>1</sup>

E-mail: [orestesh@electrica.cujae.edu.cu](mailto:orestesh@electrica.cujae.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2672-239X>

Janette Santos Baranda<sup>1</sup>

E-mail: [jsantos@crea.cujae.edu.cu](mailto:jsantos@crea.cujae.edu.cu)

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

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echevarría” Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Martínez, M., García del Sol, D., Díaz Alfonso, E., Hernández Areu, O., & Santos Baranda, J. (2022). Construcción de maquetas para el mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 462-473.

#### RESUMEN

En la actualidad, el perfeccionamiento del proceso de enseñanza – aprendizaje realizado en las universidades cubanas ha llevado a un nuevo plan del proceso docente, en el que la esencialidad de los contenidos constituye un aspecto fundamental para reducir el tiempo de formación, lograr mayores niveles de independencia, motivación y protagonismo del estudiante. Este estudio tuvo como objetivo diseñar un sistema de prácticas de laboratorios para las asignaturas de Circuitos Eléctricos, a partir de la construcción de maquetas, con fines docentes, de un generador sincrónico trifásico y un alternador de imanes permanente. La investigación se desarrolló en la carrera de Ingeniería Eléctrica, para una muestra de 42 estudiantes, evaluándose sus resultados a través del cálculo de las frecuencias absolutas y relativas, concluyéndose que la realización de las prácticas de laboratorios mediante la metodología propuesta y la utilización de las maquetas posibilita la mejora de los resultados del aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras clave:** Proceso enseñanza-aprendizaje, laboratorios, máquinas eléctricas, circuitos eléctricos, educación superior.

#### ABSTRACT

At present, the improvement of the teaching-learning process carried out in Cuban universities has led to a new type of teaching process, in which the essentiality of the contents constitutes a fundamental aspect to reduce the training time, achieve higher levels of independence, motivation and student's protagonism. The objective of this study was to design a system of laboratory practices for the subjects of Electrical Circuits, based on the construction of models, for teaching purposes, of a three-phase synchronous generator and a permanent magnet alternator. The research was developed in the Electrical Engineering career, for a sample of 42 students, evaluating its results through the calculation of absolute and relative frequencies, concluding that the realization of the laboratory practices through the proposed methodology and the use of the mock-ups makes possible the improvement of the students' learning results.

**Keywords:** Teaching-learning process, laboratories, electrical machines, electrical circuits, higher education.

## INTRODUCCIÓN

En correspondencia con lo planteado por Valera (2010), las universidades enfrentan en la actualidad el gran reto de ampliar su capacidad de respuesta a las exigencias sociales, a las crecientes demandas que afrontan los profesionales en formación, que sean capaces de insertarse plenamente en los procesos sociales, a las crecientes demandas que afrontan los profesionales en formación, que sean capaces de insertarse plenamente en los procesos sociales, productivos y científicos en un contexto complejo, caracterizado por las desiguales situaciones económicas, los vertiginosos cambios tecnológicos y la amplia diversidad sociocultural.

Además Salas (2000), afirma que los retos de la educación superior para el Siglo XXI plantean la necesidad de un nuevo proceso educativo, fundamentado en los principios de excelencia, calidad y pertinencia. Argumentando que uno de los retos que se han planteado en muchos países en los últimos años representa la calidad de la formación y superación de los recursos humanos. Este proceso ha estado vinculado directamente a los cambios políticos, económicos y sociales que se han generado en los diferentes países, donde el desarrollo social, de la ciencia, la técnica, la práctica y la investigación, han obligado a aplicar -no en el discurso, sino en la práctica efectiva- los conceptos de eficiencia, calidad y exigencia en los procesos educativos que realizan las universidades, cada vez más comprometidas y en interacción con la sociedad.

En correspondencia el Ministerio de Educación Superior (2018), a raíz de la revisión exhaustiva de los programas de formación de desarrollo de los profesionales cubanos, con los nuevos escenarios y condiciones complejas que se vislumbran para las próximas décadas del siglo XXI plantea un conjunto de políticas para el perfeccionamiento del proceso de formación continua de estos profesionales, entre las cuales expresa lo siguiente: *“perfeccionar la formación de pregrado en carreras de perfil amplio, reenfocándolas hacia la solución de los problemas generales y frecuentes de la profesión en el eslabón de base”*. Esta formación básica exige la permanente actualización del graduado a través de la superación y especialización en el postgrado, tan necesario en un mundo donde el conocimiento se transforma rápidamente, lo que garantiza su pertinencia sobre la base de un adecuado sistema de formación continua; y brinda mayores posibilidades de desempeño en diferentes esferas de actuación de la profesión.

Por su parte y en correspondencia con lo planteado anteriormente (Pérez, et al. (2021), afirman que actualmente

en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana, Cujae, se ha llevado a cabo una transformación curricular, lo cual ha conllevado al perfeccionamiento de un nuevo currículo, plan de estudio “E”, en el que la esencialidad de los contenidos constituye un aspecto fundamental para reducir el tiempo de formación y lograr mayores niveles de independencia y protagonismo del estudiante.

En las bases conceptuales para la elaboración de los planes de estudio “E” se plantea que en la disciplina debe existir la unidad de la lógica interna de la ciencia con la lógica del proceso de enseñanza - aprendizaje, para garantizar una formación teórica y una aplicación de los conocimientos en la resolución de problemas, traduciéndose en lograr mayores niveles de esencialidad en los contenidos de dichas disciplinas.

Como consecuencia, en el modelo del profesional del ingeniero electricista, recogido en documento ejecutivo para el plan de estudio “E” de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, se plantea que *“el ingeniero electricista es un profesional de perfil amplio que desarrolla sus tareas en prácticamente todas las actividades económicas del país, pero con mayor peso en la rama eléctrica. Su objeto de trabajo es el conjunto de los medios técnicos (equipos, instalaciones y sistemas) empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Las esferas de actuación de este profesional son: plantas generadoras de energía, las redes eléctricas de cualquier nivel de tensión, considerando las subestaciones eléctricas y los medios de protección de sistemas electroenergéticos, los accionamientos eléctricos de cargas mecánicas industriales y la enseñanza y pedagogía”*.

En tal sentido, las asignaturas de Circuitos Eléctricos constituyen la base fundamental del ingeniero electricista, en las cuales se estudian las leyes y métodos generales de análisis de los circuitos eléctricos, adquiriéndose en el proceso de enseñanza - aprendizaje, todas las habilidades teórico - prácticas necesarias para su utilización en otras disciplinas y en la vida profesional, así como la confrontación y verificación de la fundamentación teórica, lo cual forma en el estudiante un método científico de trabajo.

Es importante destacar, como afirman Suárez, et al. (2019), que el contenido, los medios de enseñanza, las formas de organización y la evaluación, como componentes del proceso de enseñanza - aprendizaje, se estructuran en función de las competencias a formar y del objetivo que debe lograr el estudiante ; es decir, el énfasis

en la proyección de las asignaturas está en lo que los alumnos tienen que aprender, en las formas en cómo lo hacen y en su aplicación a situaciones de la vida cotidiana y profesional.

Por su parte, las prácticas de laboratorios tienen como meta que el estudiante aprenda aspectos de la teoría de circuitos eléctricos con los cuales va a enfrentarse en el ejercicio profesional, independientemente del contexto laboral en que se desempeñe. Es importante entender que el ingeniero, en un ambiente productivo, se va a enfrentar con problemas que no necesariamente serán de su perfil profesional y precisamente por ello, deben tener la preparación y la capacidad suficiente para resolverlos.

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

Por tal motivo, el trabajo que se presenta tiene como antecedente la necesidad de incrementar las horas dedicadas a la experimentación, por lo que el objetivo es diseñar un sistema de prácticas de laboratorios para las asignaturas de Circuitos Eléctricos, a partir de la construcción de una maqueta, con fines docentes, de un generador sincrónico trifásico y un alternador de imanes permanentes partiendo de los modelos físicos dinámicos que permiten representar el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas empleando los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, lo cual no solo ayudará a mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje sino también a la motivación de los estudiantes por la carrera.

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

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder desarrollar el objetivo de la presente investigación, fue necesario la constatación de los estudios teóricos existentes y la búsqueda de los conocimientos científicos acumulados en torno al desarrollo, evolución y mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje de la ingeniería, específicamente de las asignaturas de Circuitos Eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica

de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría.

Para lo cual se sintetizaron estudios realizados mediante la aplicación de métodos científicos, los cuales permitieron revelar las relaciones esenciales del objeto de estudio.

Entre los métodos del nivel teórico, se emplearon el histórico – lógico, analítico – sintético, el inductivo – deductivo y la sistematización.

**Histórico – lógico:** permitió conocer los referentes sobre el desarrollo y evolución del proceso de enseñanza – aprendizaje de la ingeniería eléctrica en Cuba y el mundo, así como la importancia que tiene para el ingeniero electricista el estudio de los circuitos eléctricos.

**Analítico – sintético:** permitió analizar las posiciones teóricas en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje, determinar sus regularidades y características generales, derivar las conclusiones pertinentes en torno a nuevas perspectivas en la concepción del proceso de enseñanza – aprendizaje en correspondencia con las transformaciones curriculares existentes, Además la necesidad de sistematización de modelos físicos dinámicos que permitan visualizar al estudiante como se materializa el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas en general y específicamente de las máquinas rotatorias.

**Inductivo – deductivo:** posibilitó ordenar el conocimiento científico, a partir del estudio de los factores que influyen en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los circuitos eléctricos, determinando los elementos necesarios para desarrollar las prácticas de laboratorio propuestas.

**Sistematización:** se empleó para el estudio de los referentes teóricos relacionados con el proceso de enseñanza – aprendizaje con vistas a la determinación de la posición teórica para contrastar la importancia de los laboratorios en las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

Métodos del nivel empírico.

**Entrevistas estructuradas:** se efectuaron a los 42 estudiantes de 2<sup>do</sup> año del curso 2019 -2020, con el objetivo de evaluar la utilidad del sistema de prácticas de laboratorios que se proponen.

**Métodos matemáticos-estadísticos:** se utilizaron el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas,

empleados en el procesamiento y análisis de la información obtenida en las entrevistas realizadas.

Entre las fuentes documentales consultadas se encuentran los trabajos realizados por Bermúdez (2012); Valencia (2017); Gómez (2017); Mendoza, et al. (2018); Rumbo &

Gómez (2018); Cruz (2019); Serrano, et al. (2019); Llamo, et al. (2020); Fernández Oliveras, et al. (2020); Pérez, et al. (2021); Medina (2021); Espinoza (2021), que han desarrollado sus investigaciones en el mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje, pudiéndose constatar algunos aportes, tales como: estrategias metodológicas que integran en el proceso enseñanza – aprendizaje las actividades experimentales, desarrollo de tutoriales que guíen al estudiante en su proceso de formación, así como la integración en las actividades docentes con las tecnologías de la información y la comunicación. No obstante, se valora la necesidad de continuar el desarrollo de investigaciones referentes al mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos teniendo en cuenta las exigencias de la actual transformación curricular.

También para la elaboración de las maquetas se tomaron como referentes teóricos los trabajos presentados por Fonseca (2017); Morán (2017).

Además, se realizaron diferentes reuniones de departamento, metodológicas y de colectivos de año, se revisaron los planes de trabajo metodológicos de la disciplina de Circuitos Eléctricos y los resultados docentes de las asignaturas de Circuitos Eléctricos durante el período comprendido entre el año 2012 hasta el año 2019.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disciplina Circuitos Eléctricos forma parte del currículo base del plan de estudios “E” de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana y constituye la base teórica que necesitan los estudiantes para poder estudiar, en esencia, el comportamiento de los sistemas eléctricos entiéndase, las computadoras y los sistemas digitales, los sistemas eléctricos de generación, transmisión y distribución de energía, los sistemas de comunicación y otros muchos sistemas que actualmente son indispensables en la esfera productiva o social, los cuales forman parte de los contenidos de diferentes disciplinas que conforman el currículo de dicha carrera.

Las asignaturas Circuitos Eléctricos es la primera disciplina básica específica que cursan los estudiantes, en ella se estudian los conceptos básicos, elementos, leyes, métodos generales de análisis y teoremas fundamentales vinculados al análisis de los circuitos eléctricos, estimulados tanto con corriente directa, como con corriente alterna monofásica y trifásica, lo cual constituye una formación básica teórica y práctica, necesaria para su utilización en el sector eléctrico, adquiriéndose en el proceso de enseñanza - aprendizaje, todas las habilidades prácticas

necesarias para su utilización en la vida laboral y en otras disciplinas, así como la confrontación y verificación de la fundamentación teórica, lo cual forma en los estudiantes un método científico de trabajo; por tanto, en la disciplina se hace énfasis en crear formas del pensamiento lógico y hábitos de conducta generales para el enfoque de los problemas, necesarios para el trabajo profesional. La disciplina tiene como precedentes los contenidos que se enseñan en las disciplinas de Matemática y Física.

El objeto de estudio de la disciplina se centra en los teoremas fundamentales y métodos generales de análisis para la solución y diseño de circuitos eléctricos, así como en la interpretación física de los resultados obtenidos.

La disciplina, para el plan de estudios “E” está organizada fundamentalmente en dos asignaturas denominadas: Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.

Dentro de los temas fundamentales que conforman la asignatura de Circuitos Eléctricos I se encuentran los *circuitos con inductancia mutua*, el cual será el centro de análisis de la presente investigación, ya que en este se explican el comportamiento de los circuitos que trabajan mediante el principio de inducción electromagnética, proceso mediante el cual se genera una corriente eléctrica en un circuito como resultado de la variación de un campo magnético.

Este tema está estrechamente relacionado con la disciplina de Máquinas Eléctricas, y está conformado de acuerdo con el programa analítico de las asignaturas de Circuitos Eléctricos para el plan de estudios “E” aprobado por el Departamento Docente de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae, por una conferencia, una clase práctica y un sistema de prácticas de laboratorios, como las que aquí se proponen, aplicando el método de aprendizaje basado en problema en el que se utilizan problemas complejos de la profesión vinculados a otras disciplinas como vehículo para promover el aprendizaje de conceptos, principios, el desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo en grupo, la capacidad de resolución de problemas y la motivación por la práctica de la ingeniería; convirtiéndose entonces, los estudiantes en protagonistas de su proceso de enseñanza – aprendizaje.

A continuación, se expone, brevemente la metodología seguida para la confección y puesta en marcha de las maquetas propuestas:

- 1-. Alternador de imanes permanentes, la cual está compuesta por:
  - Bobina: Se dispuso la confección de la bobina con conductor de cobre con una sección transversal de

0,258 mm, con una capa aislante de barniz y 0,180 mm sin su capa aislante, que cuenta con 900 vueltas, enrolladas manualmente en un núcleo de madera, por tanto, se considera núcleo de aire, debido a que la madera, por ser un material amagnético, tiene prácticamente la misma permeabilidad magnética del aire y el vacío. Se diseñó un soporte de aluminio sobre el cual descansa y gira esta bobina, la cual se encuentra interceptada por una varilla de aluminio haciendo la función de eje del rotor. En uno de sus extremos se encuentran dos aros de cobre ejerciendo la función de anillas, en las cuales se encuentran conectados los terminales de la bobina. Para hacer girar la bobina se diseñó y se montó un juego de polea - correa que accionado manualmente produce el movimiento del rotor. La figura 1 muestra la bobina utilizada.



Figura 1. Bobina utilizada en la confección de la maqueta.

- Imán: previamente no se contaba con información de las características del imán que se utilizó, solamente se tenía el valor de la tensión generada por el alternador a través de mediciones obtenidas. Entonces partiendo de este dato y tomando como referente los trabajos antes mencionados se obtuvieron las características del imán permanente utilizado el cual se muestra en la figura 2. Resultando que el material con que está fabricado el imán es Alnico, lo que corresponde a una aleación de hierro, aluminio, níquel y cobalto.



Figura 2. Imán permanente utilizado en la confección de la maqueta.

- Polea: Una polea es un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. En este caso consiste en una rueda de madera con un canal en su periferia, por el cual pasa una banda elástica. La rueda gira sobre un eje central. Como se muestra en la figura 3 se tienen dos poleas, que ayudan en la velocidad de giro de la bobina.

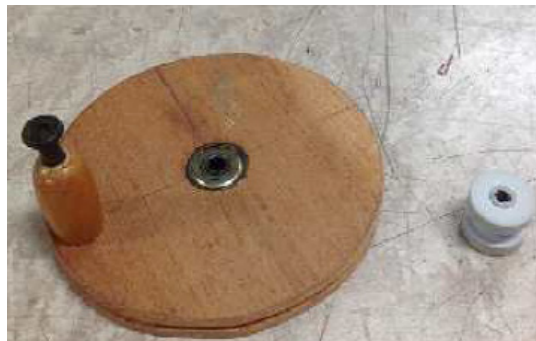


Figura 3. Poleas utilizadas en la confección de las maquetas.

- Base para la bobina: La base es el soporte en el cual queda fijada la bobina para poder girar, como se muestra en la figura 4, en la construcción de la base se usó como material el aluminio.



Figura 4. Base utilizada.

Finalmente, de esta manera quedó confeccionado el alternador de imanes permanentes como se puede observar en la figura 5.



Figura 5. Maqueta del alternador de imanes permanentes.

2-. Generador sincrónico trifásico, la cual está compuesta por:

- Rotor: el tipo de rotor que se construyó fue de polos salientes, de acuerdo con la bibliografía utilizada el tipo de devanado que se acostumbra para el rotor de polos salientes es el devanado concentrado, la figura 6 muestra el rotor del generador sincrónico trifásico.



Figura 6. Rotor del generador sincrónico trifásico.

- Estator: Está compuesto por un núcleo de chapas de material ferromagnético, sujetas, formando un paquete, mediante una serie de pernos o de chavetas en forma de cola de milano. En la figura 7 se muestra el estator del generador.



Figura 7. Estator del generador sincrónico trifásico.

- Carcasa: Es la parte externa de la máquina que envuelve al estator y comprende a la cubierta, la base y los apoyos. En la cubierta se encuentran los conductos y orificios para la ventilación y en los apoyos se aseguran los portaescobillas para el inductor. En la figura 8 se muestra la carcasa de este generador. La base está formada por el mismo metal, que tiene las dimensiones adecuadas para absorber las vibraciones que produce el movimiento de la máquina.



Figura 8. Carcasa del generador sincrónico trifásico.

- Excitatriz: La excitatriz es la parte del generador que alimenta con corriente directa al rotor. En el caso en el que se trabaja la excitatriz es una fuente de excitación independiente, por lo que después de un grupo ensayos se determinó utilizar tres pilas secas de 9 V en paralelo.

De esta manera quedó confeccionado el generador sincrónico trifásico como se muestra en la figura 9 y sus datos nominales se muestran la tabla 1.



Figura 9. Maqueta del generador sincrónico trifásico.

Tabla 1. Datos nominales del generador sincrónico trifásico construido.

Tensión Nominal	4/7 V
Corriente Nominal	0,4/0,7 A
Velocidad Nominal	730 rpm

Teniendo en cuenta como ya se mencionó la relación que existe entre la disciplina de Circuitos Eléctricos y Máquinas Eléctricas, y que en el estudio de las máquinas sincrónicas resulta de gran importancia analizar y calcular los parámetros que definen su comportamiento en un sistema eléctrico de potencia, o sea, el índice de sus características de trabajo y diseño, se proponen desarrollar con las maquetas confeccionadas el siguiente sistema de prácticas de laboratorios:

- 1- Prueba de vacío.
- 2- Prueba de cortocircuito.
- 3- Prueba de deslizamiento.
- 4- Medición de resistencia con el puente de Wheastone.
- 5- Funcionamiento ante cargas reales de los modelos físicos construidos.

#### Prácticas de laboratorios propuestas

Para la realización de las prácticas de laboratorio, los estudiantes tendrán a su disposición diferentes equipos de medición, como son:

- 1- Fuente de corriente directa.
- 2- Amperímetro. Clase de precisión: 2. Escala utilizada: 1A.
- 3- Voltímetro digital. Modelo: MX 570.
- 4- Osciloscopio digital. Modelo: Rigol DS 1022C.
- 5- Autotransformador trifásico variable (0...110V)

#### Laboratorio # 1.

**Título:** "Prueba de vacío de una maquina sincrónica"

**Objetivo:** Determinar las características y comportamiento de una maquina sincrónica en ausencia de carga.

#### Orientaciones metodológicas a seguir para la realización de la práctica.

- 1- Se conecta al inductor una fuente de corriente directa, en este caso es el movimiento manual de la polea.
- 2- Se conecta un amperímetro en serie con la fuente y el inductor para saber el valor de la corriente de excitación.

- 3- Se dejan los terminales del estator abierto.
- 4- Se conecta un voltímetro a una de las fases.
- 5- Se comienza a aumentar partiendo de 0 – 8 V gradualmente la tensión de excitación.

La tensión que se obtiene en el voltímetro para cada uno de los valores de corriente de excitación, representa la fuerza magneto motriz (F.E.M), la cual el estudiante irá anotando en la tabla 2, para luego construir la curva característica de vacío de la máquina sincrónica, teniendo en cuenta que se conforma con la corriente de excitación en el eje (x) y la F.E.M en el eje (y).

Tabla 2. Mediciones de la prueba de vacío.

Tensión de excitación (V)	Corriente de excitación (A)	F.E.M (V)	Frecuencia (Hz)
0			
1.0			
2.0			
3.0			
4.0			
5.0			
6.0			
7.0			
8.0			

#### Laboratorio # 2.

**Título:** "Prueba de cortocircuito de una maquina sincrónica"

**Objetivo:** Determinar la característica de cortocircuito el valor de la razón de cortocircuito que presenta la máquina.

#### Orientaciones metodológicas a seguir para la realización de la práctica.

- 1- Se conecta un amperímetro en los terminales del rotor.
- 2- Se conecta un amperímetro en cada una de las fases del estator.
- 3- Se conecta un voltímetro en cada una de las fases del estator.
- 4- Se cortocircuita el estator.
- 5- Se conecta una fuente de corriente directa en los terminales del rotor que se variará de 0 – 7 V
- 6- Se comienza a girar la polea hasta tratar de alcanzar la velocidad de sincronismo.

En la medida que se va realizando la prueba el estudiante anotará los datos en la tabla 3, para después construir la característica de cortocircuito de la máquina sincrónica, teniendo en cuenta que se conforma con la corriente de excitación en el eje (x) y la corriente de cortocircuito en el eje (y).

Tabla 3. Mediciones de la prueba de cortocircuito.

Tensión de excitación (V)	Corriente de Excitación (A)	Corriente de cortocircuito (A)
0		
1.0		
2.0		
3.0		
4.0		
5.0		
6.0		
7.0		

## Laboratorio # 3.

**Título:** “Prueba de deslizamiento de una maquina sincrónica”

**Objetivo:** Determinar los valores de la reactancia sincrónica de una máquina de polos salientes.

**Orientaciones metodológicas a seguir para la realización de la práctica.**

1- Se alimenta el estator con un autotransformador variable trifásico.

2- Se conecta un voltímetro en una de las fases del estator.

3- Se conecta un amperímetro en una de las fases del estator.

4- Se conecta un osciloscopio en los terminales del estator.

5- Se gira la polea a muy baja velocidad.

Para el cálculo de las reactancias sincrónicas, los estudiantes llenar la tabla 4 y aplicar las fórmulas mostradas en las ecuaciones 1 y 2.

Tabla 4. Mediciones de la prueba de deslizamiento.

Tensión de alimentación (V)	
Tensión máxima (V)	
Tensión mínima (V)	
Corriente máxima (V)	
Corriente mínima (V)	

Nota: (“Elaboración propia”)

$$X_q = \frac{\text{Tensión mínima}}{\text{Corriente mínima}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$X_d = \frac{\text{Tensión máxima}}{\text{Corriente máxima}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$X_q$ : reactancia sincrónica de eje en cuadratura.

$X_d$ : reactancia sincrónica de eje directo.

## Laboratorio # 4.

**Título:** “Medición de resistencia con el puente de Wheastone”

**Objetivo:** Determinar los valores de las resistencias del rotor y el estator de una máquina sincrónica.

**Orientaciones metodológicas a seguir para la realización de la práctica.**

Para determinar la resistencia del rotor y del estator se utiliza un puente de Wheastone. Para medir la resistencia en cada una de las fases del estator se conecta el puente en los terminales de cada una de las fases. Igual procedimiento se debe seguir para medir la resistencia en el rotor, colocando el puente en los terminales de este.

Los estudiantes deben tabular los resultados medidos en la tabla 5 y 6, obteniendo así las resistencias en cada una de las fases.

Tabla 5. Medición de resistencia en el estator.

Resistencia ( $\Omega$ )	Fase
	A (rojo)
	B (amarillo)
	C (verde)

Tabla 6. Medición de resistencia en el rotor.

Resistencia ( $\Omega$ )

## Laboratorio # 5.

**Título:** “Funcionamiento ante cargas reales de los generadores construidos”

**Objetivo:** Determinar el comportamiento de los generadores construidos ante cargas reales conectadas en delta y en estrella.

**Orientaciones metodológicas a seguir para la realización de la práctica.**

En esta práctica se utilizan cuatro variantes de conexiones entre el generador sincrónico trifásico y la carga que son:

- Variante No.1: conexión estrella-estrella.
- Variante No.2: conexión estrella-delta.
- Variante No.3: conexión delta-estrella.
- Variante No.4: conexión delta-delta.



Para la carga se construyó un bloque que se puede observar en la figura 10. Como se evidencia se tienen 3 bombillos, esta selección se hace porque el generador es trifásico.

Para todas las variantes el estudiante debe conectar los instrumentos de medición y llenar los datos de la tabla 7.



Figura 10. Carga utilizada con el generador sincrónico trifásico.

Tabla 7. Mediciones del comportamiento del generador trifásico ante una carga.

Generador				Carga			
Tensión (V)		Corriente (A)		Tensión (V)		Corriente (A)	
Línea	Fase	Línea	Fase	Línea	Fase	Línea	Fase

La ejecución de estas prácticas de laboratorios desarrolla en el alumno habilidades y competencias en su trabajo como futuro ingeniero específicamente en las actividades desarrolladas en: plantas generadoras de energía, tanto convencionales como renovables, redes eléctricas de cualquier nivel de tensión, considerando las subestaciones eléctricas y los medios de protección y sistemas electromecánicos industriales y de servicio.

Las prácticas de laboratorios se componen por equipos de hasta seis estudiantes. Cada equipo debe entregar un informe por cada práctica laboratorio, el cual tiene las siguientes características como afirma Llamo & Santos (2021):

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

Para analizar los resultados de la aplicación de las prácticas de laboratorios propuestas en el proceso de enseñanza - aprendizaje, se tomó como muestra para las entrevistas realizadas a los estudiantes de 2<sup>do</sup> año que cursaron las asignaturas de Circuitos Eléctricos en el período 2019 -2020, de la carrera de ingeniería eléctrica en la Universidad Tecnológica de la Habana, Cujae, los datos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Identificación del sexo de los entrevistados.

Sexo	Frecuencia	%
Masculino	40	95,24
Femenino	2	4,76
Total	42	100

Se observa que la mayoría de los entrevistados, son del sexo masculino, quienes representan el 95,24 % del total de 42 estudiantes tomados como muestra para el estudio, mientras que el 4,76 % representa al género femenino, lo cual significa que en la carrera de Ingeniería Eléctrica para ese curso la mayoría de los estudiantes son del género masculino, determinándose entonces que no se tendrá en cuenta esta variable en los análisis posteriores.

Los objetivos perseguidos con la entrevista fueron determinar si con la aplicación de las prácticas de laboratorios propuestas los estudiantes logran vincular los conocimientos teóricos con los prácticos, así como la motivación por la carrera después de cursar las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

Para guiar la entrevista se realizó un formulario estructurado de la siguiente forma:

**Pregunta No. 1.** A su criterio, ¿considera que la realización de los laboratorios propuestos con las maquetas lo ayudaron a comprender los contenidos teóricos impartidos en las conferencias?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la Pregunta No 1.

	Frecuencia	%
Si	38	90,5
No	4	9,5
Total	42	100

Se observa que la mayoría de los estudiantes, el 90,5 % consideran que las prácticas de laboratorios propuestas los ayudó a comprender los contenidos teóricos impartidos en las conferencias, lo que evidencia una buena relación entre la teoría y la práctica en la propuesta, mejorándose el proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

**Pregunta No. 2.** ¿El sistema de prácticas de laboratorio lo ayudó a interesarse por la carrera de ingeniería eléctrica?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la Pregunta No 2.

	Frecuencia	%
Si	42	100
No	0	0
Total	42	100

Se observa que el 100 % de los estudiantes, los 42 entrevistados, manifiestan que la realización de las prácticas de laboratorio los ayudó a interesarse por la carrera, lo cual es un resultado satisfactorio. También en la entrevista comentaron que Circuitos Eléctricos es la primera asignatura de la especialidad y realizar prácticas de este tipo los acerca a la realidad de la profesión.

**Pregunta No. 3.** A su criterio, ¿con el sistema de prácticas de laboratorio propuesto se logran adquirir habilidades prácticas en la medición de las variables de un circuito eléctrico (corriente, tensión, potencia) ayudándolo a mejorar el entendimiento en las asignaturas de Circuitos Eléctricos?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la Pregunta No 3.

	Frecuencia	%
Si	42	100
No	0	0
Total	42	100

Se observa que a criterio de los estudiantes, el sistema de prácticas de laboratorios propuestos los ha ayudado a mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos así como a adquirir habilidades prácticas en las mediciones de los circuitos, ya que el 100 % de los entrevistado manifestaron que es la primera vez en la carrera que realizan mediciones eléctricas de este tipo lo cual los ha ayudado a comprender las leyes y teoremas explicados en clase y a como conectar voltímetros y amperímetro en un circuito eléctrico real, siendo este beneficioso para elevar el interés por la carrera, lo cual es un resultado satisfactorio y tiene además relación con las preguntas anteriores.

Del análisis de los resultados de la entrevista realizada, después de poner en práctica los laboratorios aquí expuestos, se confirma que estos ayudan a comprender cómo se integran los contenidos teóricos con los prácticos,

es decir, se logró un *vínculo teoría – práctica, lo cual ayudó a mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje*.

Además de todo lo anteriormente planteado, se logró con la implementación de las maquetas el desarrollo de cinco prácticas de laboratorios con instrumentos reales, a partir de la construcción con piezas que ya se encontraban en desuso.

Para contrastar los resultados que se han obtenido en el desarrollo del proceso enseñanza – aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, se valoraron, como afirma (Llamo & Santos, 2021) cuatro aspectos fundamentales: la calidad de la docencia, el desarrollo de las actividades en los laboratorios y en los talleres, la satisfacción de los estudiantes con la calidad del trabajo docente educativo y la evaluación integral en la encuesta que se realiza todos los años para medir el grado de satisfacción de los estudiantes con respecto al proceso docente-educativo, como muestra la figura 11.

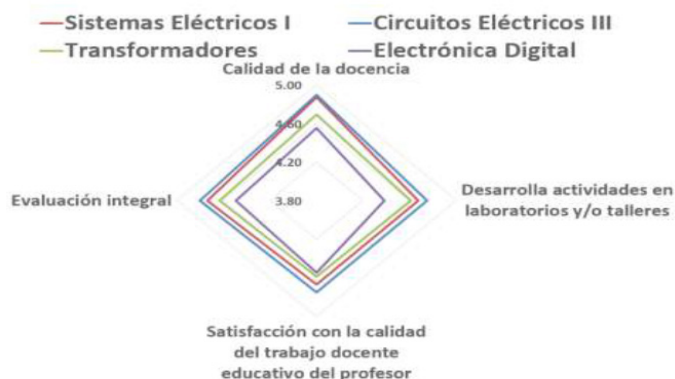


Figura 11. Resultado de la encuesta de satisfacción del desarrollo del proceso enseñanza – aprendizaje.

Fuente: Llamo & Santos (2021).

Obteniéndose como resultado que las asignaturas con mayor calificación en cuanto a la calidad de la docencia es Circuitos Eléctricos con 4,9 puntos, y en relación a la impartición de los laboratorios 4,76 puntos, de un total de 5 puntos, por lo que se muestra que los estudiantes valoran de manera positiva el trabajo realizado en los laboratorios de las asignaturas.

## CONCLUSIONES

La realización de las prácticas de laboratorios mediante la metodología propuesta y la utilización de las maquetas posibilita la mejora de los resultados del aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas de Circuitos Eléctricos ya que posibilita mayor vínculo entre teoría y práctica; sin embargo, es necesario precisar su impacto en la formación de habilidades para el buen ejercicio de la profesión.

En consecuencia, para que la universidad actual cumpla con las demandas de formación de hoy en día, se reitera la importancia de que los profesores adopten nuevos enfoques en el proceso de enseñanza – aprendizaje y en la formación profesional, especialmente en lo relacionado con el aprendizaje basado en problemas debido a la importancia que tiene en la formación del futuro ingeniero electricista, que refleja la naturaleza de la propia ingeniería, dado que es bajo este escenario en que el futuro ingeniero puede adquirir los conocimientos y métodos de carácter científico que lo habilitarán y que le podrán garantizar el éxito profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BermúdezRochas, D.D. (2012). *Las prácticas de laboratorio en didáctica de las ciencias experimentales, un lugar idóneo para la convivencia de los diferentes estilos de aprendizaje*. Estilos de aprendizaje. Investigaciones y experiencias. (Ponencia). V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje. Universidad de Cantabria, España.
- Cruz, H. M. (2019). *Perfeccionamiento metodológico de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II para el Plan de Estudio E*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018). *Resolución No. 2/2018*. Gaceta Oficial No. 25 Ordinaria de 2018. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-25-ordinaria-de-2018>
- Espinoza Freire, E. E. (2021). Importancia de la retroalimentación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Universidad Y Sociedad*, 13(4), 389-397.
- Fernández Oliveras, P., Rodríguez Ponce, M. C., & Fernández-Oliveras, A. (2020). Modelo semipresencial para la formación universitaria. Aplicación a titulaciones técnicas. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 38(3).
- Fonseca, E. F. (2017). *¿Energía libre? Motor magnético impulsado por imanes permanentes*. (Tesis de Maestría). Centro de Investigación en materiales Avanzados.
- Gómez Vásquez, E. (2017). Estrategias de aprendizaje para un curso de circuitos eléctricos del área de ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*.

- Llamo, H. S., & Santos, A. (2021). Relaciones de la teoría con la práctica en los laboratorios virtuales de la asignatura Sistemas Eléctricos I. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(2), 0257-4314.
- Llamo, H. S., Santos, A., & Pérez, M. (2020). Propuesta didáctica de una maqueta interactiva para explicar el comportamiento de las líneas de transmisión de energía eléctrica. *Modelling in Science Education and Learning*, 13(2), 1988-3145.
- Medina Marín, A. J. (2021). Herramientas tecnológicas en la gestión docente del proceso de formación plan la universidad en casa y educación a distancia. *Universidad Y Sociedad*, 13(4), 258-266.
- Mendoza, Y., Parra, F., & Rúa, M. (2018). *Actividades experimentales como estrategia para fortalecer la comprensión del concepto circuito eléctrico*. (Tesis de Maestría). Fundación Universidad del Norte, Barranquilla.
- Morán Moncayo, J. R. (2017). *Proyecto de diseño y equipamiento del laboratorio de electricidad para la formación del estudiante en prácticas de instalaciones eléctricas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG*. (Trabajo de Diploma). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Pérez Martínez, M., López Collazo, Z. S., & Ramas Guardaramas, J. (2021). Potencialidades del software Scilab en el proceso de enseñanza—Aprendizaje de la asignatura de circuitos eléctricos. *Tecnología Educativa*, 6(1), 1988-3145.
- Rumbo Arcas, B., & Gómez Sánchez, T. (2019). Estudio del Modelo de Aprendizaje por Competencias para la empleabilidad en la Universidad. *Revista De Pedagogía*, 39(105), 241-259.
- Salas, S. R. (2000). La calidad en el desarrollo profesional: Avances y desafíos. *Educación Médica Superior*, 14(12), 2518-2730.
- Serrano Villegas, J., Espino Román, P., Mora, C., & Sánchez Sánchez, R. (2019). Actividades experimentales para la enseñanza y aprendizaje del análisis de circuitos eléctricos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(2).
- Suárez, G., Morales, M., & Baute, L. (2019). Modelo de formación pedagógica para profesores de la Universidad Metropolitana del Ecuador. *Revista Cubana de medicina militar*, 48(2), 302-315.
- Valera Sierra, R. (2010). El proceso de formación del profesional en la educación superior basado en competencias: El desafío de su calidad, en busca de una mayor integralidad de los egresados. *Civilizar*, 10(18).
- Valencia, K. (2017). Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 3033-3038.