

Programa del curso EE-4901

Sistemas de generación y almacenamiento de energía

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

Nombre del curso:	Sistemas de generación y almacenamiento de energía
Código:	EE-4901
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	3
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	5
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 9 ^{no} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas
Requisitos:	EE-4801 Sistemas eléctricos de transmisión y distribución
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Instalaciones Electromecánicas:</i> EE-5003 Gestión de la energía
Asistencia:	Libre
Suficiencia:	Sí
Posibilidad de reconocimiento:	Sí
Aprobación y actualización del programa:	01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026

2. Descripción general

El curso de *Sistemas de generación y almacenamiento de energía* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: desarrollar soluciones de generación y almacenamiento de energía para autoconsumo y venta de energía.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender los principios fundamentales de las tecnologías de generación de energía renovable y no renovable; analizar diferentes sistemas de almacenamiento de energía y su integración en redes eléctricas; dimensionar soluciones de generación y almacenamiento de energía adaptadas a diferentes contextos y necesidades; y aplicar técnicas de análisis de estabilidad para la evaluación de sistemas de generación y almacenamiento de energía, mediante el uso de herramientas de simulación y modelado.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Sistemas eléctricos de transmisión y distribución, y Máquinas eléctricas II.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Gestión de la energía.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para la evaluación de sistemas de generación y almacenamiento de energía, tanto para autoconsumo como para la venta de energía en pequeña y gran escala, utilizando tecnologías sostenibles y eficientes.

Objetivos específicos

- Comprender los principios fundamentales de las tecnologías de generación de energía renovable y no renovable.
- Analizar diferentes sistemas de almacenamiento de energía y su integración en redes eléctricas.
- Dimensionar soluciones de generación y almacenamiento de energía adaptadas a diferentes contextos y necesidades.
- Aplicar técnicas de análisis de estabilidad para la evaluación de sistemas de generación y almacenamiento de energía, mediante el uso de herramientas de simulación y modelado.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a las energías renovables y no renovables
 - 1.1. Contexto nacional internacional
 - 1.2. Tipos de energías renovables y no renovables
 - 1.3. Importancia del almacenamiento de energía
 - 1.4. Marco regulatorio

- 2. Energías renovables: tecnologías e integración a la red
 - 2.1. Generación hidroeléctrica
 - 2.2. Generación geotérmica
 - 2.3. Generación solar fotovoltaica
 - 2.4. Generación eólica
 - 2.5. Generación por biomasa
 - 2.6. Generación por energía de las olas
- 3. Energías no renovables
 - 3.1. Fundamentos de la energía no renovable
 - 3.2. Tecnologías de las energías no renovables
 - 3.3. Integración a la red de las energías no renovables
- 4. Almacenamiento de energía: baterías electroquímicas
 - 4.1. Tipos de baterías y sus aplicaciones
 - 4.2. Diseño y dimensionamiento de sistemas de baterías
 - 4.3. Ciclo de vida y reciclaje
 - 4.4. Integración a la red eléctrica
- 5. Almacenamiento de energía: hidrógeno y combustibles sintéticos
 - 5.1. Producción y almacenamiento de hidrógeno
 - 5.2. Aplicaciones de combustibles sintéticos
 - 5.3. Integración a la red eléctrica
- 6. Otros tipos de almacenamiento de energía
 - 6.1. Principios de funcionamiento del almacenamiento mecánico, químico, térmico, eléctrico
 - 6.2. Aplicaciones prácticas y alternativas modernas de almacenamiento
 - 6.3. Comparación con otras tecnologías
- 7. Operación económica de la generación de electricidad
 - 7.1. Costos y beneficios de la generación de electricidad
 - 7.2. Distribución de cargas entre unidades de una misma central
 - 7.3. Pérdidas de transmisión en función de la producción, cálculo de los coeficientes de pérdidas, distribución de la carga entre centrales, factores de penalización
 - 7.4. Despacho económico de la generación
- 8. Integración de sistemas de generación y almacenamiento al sistema de potencia
 - 8.1. Modelado y simulación de sistemas integrados

- 8.2. Análisis de estabilidad, el problema de estabilidad
- 8.3. Estabilidad en régimen permanente y estabilidad en régimen transitorio
- 8.4. Ecuación de oscilación
- 8.5. Principios de regulación de tensión y frecuencia en un sistema interconectado
- 8.6. Estrategias de control y regulación
- 8.7. Casos de estudio

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las asignaciones extraclase. Esta última se implementará mediante técnicas como el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, el modelado y la simulación.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Recibirán clases magistrales con material audiovisual y discusión en grupo sobre conceptos de sistemas de generación y almacenamiento de energía.
- Realizarán exposiciones teóricas, combinadas con ejercicios prácticos y simulaciones de la generación de electricidad renovable y no renovable, y se analizarán la integración a la red eléctrica de transmisión y distribución. Se hará análisis de tecnologías mediante estudios de caso y evaluación de impacto ambiental.
- Realizarán cálculos de costos y optimización del despacho económico con ejercicios prácticos con la finalidad de determinar las unidades más económicas.
- Utilizarán herramientas de modelado y simulación para analizar estabilidad y estrategias de control ante una presencia de energías renovables y no renovables, almacenamiento y su interacción con los otros elementos del sistema de potencia.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para la evaluación de sistemas de generación y almacenamiento de energía, tanto para autoconsumo como para la venta de energía en pequeña y gran escala, utilizando tecnologías sostenibles y eficientes

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

6. Evaluación

La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Pruebas cortas: evaluaciones breves y frecuentes que sirven para comprobar el dominio de temas específicos. Suelen ser de menor peso en la calificación final y permiten reforzar el aprendizaje continuo.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

Pruebas parciales (2)	60 %
Pruebas cortas (5)	25 %
Act. aprendizaje activo (4)	15 %
Total	100 %

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante tiene derecho a presentar un examen de reposición si su nota luego de redondeo es 60 o 65.

7. Bibliografía

- [1] A. Rufer, *Energy storage: systems and components*. CRC Press, 2017.
- [2] M. Sterner e I. Stadler, *Handbook of energy storage: Demand, technologies, integration*. Springer, 2019.
- [3] J. J. Grainger y W. D. Stevenson, *Análisis de Sistemas de Potencia*. México: McGraw-Hill, 1996.
- [4] M. Eremia y M. Shahidehpour, *Handbook of Electrical Power System Dynamics: Modeling, Stability, and Control*. Wiley-IEEE Press, 2013, ISBN: 9781118516072.
- [5] J. D. Glover y M. S. Sarma, *Sistemas de Potencia: análisis y diseño*. Cengage Learning Editores, 2003.
- [6] S. J. Chapman, *Máquinas Eléctricas*. McGraw Hill México, 2012.
- [7] P. Kundur, N. J. Balu y M. G. Lauby, *Power System Stability and Control*. McGraw-hill New York, 1994, vol. 7.
- [8] L. L. Grigsby, *The Electric Power Engineering Handbook*. CRC Press, 2000.
- [9] T. Wildi et al., *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. Biblioteca Hernán Malo González, 2007.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Dr.-Ing. Gustavo Gomez Ramirez

Maestría académica en Ingeniería Eléctrica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

Maestría Profesional en Administración de Negocios. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica

Doctor en Ingeniería. Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: ggomez@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509354

Oficina: 17 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

M.Sc. Gonzalo Mora Jiménez
Electrica

Correo: gonmora@itcr.ac.cr *Teléfono:* 0

Oficina: 0 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

M.Sc. Luis Carlos Muñoz Chacón
Electrica

Correo: lmunoz@itcr.ac.cr *Teléfono:* 0

Oficina: 0 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago