

Programa del curso EE-5201

Sistemas de puesta a tierra

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 puesta a tierra
Código:	EE-5201
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 10 ^{mo} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas
Requisitos:	EE-4806 Instalaciones eléctricas
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	Ninguno
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 puesta a tierra* es del tipo electivo y por esta razón no se incluye en los rasgos del plan de estudios.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: identificar los conceptos básicos, normativas aplicables y requisitos técnicos para la puesta a tierra en sistemas eléctricos; determinar la resistividad del terreno mediante métodos normados, interpretando los resultados para su aplicación en el diseño de sistemas de puesta a tierra; diseñar electrodos de puesta a tierra conforme a normativas internacionales, considerando factores como tensiones generadas, sustitución de terreno y protección contra corrosión; y evaluar la integridad y desempeño de los sistemas de puesta a tierra mediante pruebas técnicas, procedimientos adecuados y planes de mantenimiento preventivo.

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

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Trabajo final de graduación.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Diseñar sistemas de puesta a tierra eficientes y seguros, aplicando normativas internacionales, metodologías de cálculo y criterios técnicos para garantizar su correcto funcionamiento en instalaciones eléctricas.

Objetivos específicos

- Identificar los conceptos básicos, normativas aplicables y requisitos técnicos para la puesta a tierra en sistemas eléctricos.
- Determinar la resistividad del terreno mediante métodos normados, interpretando los resultados para su aplicación en el diseño de sistemas de puesta a tierra.
- Diseñar electrodos de puesta a tierra conforme a normativas internacionales, considerando factores como tensiones generadas, sustitución de terreno y protección contra corrosión.
- Evaluar la integridad y desempeño de los sistemas de puesta a tierra mediante pruebas técnicas, procedimientos adecuados y planes de mantenimiento preventivo.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a los sistemas de Protección y Puesta a Tierra
 - 1.1. Historia
 - 1.2. Importancia de los sistemas de protección de puesta a tierra
 - 1.3. Aspectos de Seguridad Eléctrica
2. Conceptos básicos y base normativa

- 2.1. NEC, IEEE 142, IEEE 1100, IEEE 80
- 2.2. Electrodo de puesta a tierra permitidos, características mínimas exigidas
- 2.3. Cálculo del conductor según corriente de cortocircuito
- 2.4. Corriente tolerable y valores máximos de tensión que soporta el ser humano
- 3. Resistividad
 - 3.1. Medición de resistividad, método Wenner
 - 3.2. Interpretación de resistividad aparente, uso de Carta Maestra según IEEE Std 80 y programas de cómputo
 - 3.3. Error RMS
- 4. Diseño de electrodos de puesta a tierra
 - 4.1. Ecuaciones empíricas IEEE 142, IEEE 80
 - 4.2. Tensiones generadas producto de la corriente de cortocircuito conducida por tierra (GPR, Tensiones de Toque y Paso, Tensión Transferida)
 - 4.3. Diseño de Mallas de puesta a tierra, IEEE 80, Elemento Finito
 - 4.4. Sustitución de terreno
 - 4.5. Corrosión, protección catódica
- 5. Pruebas realizadas a los Electrodos de Puesta a Tierra
 - 5.1. Resistencia
 - 5.2. Integridad
 - 5.3. Tensiones de toque y paso
 - 5.4. Ubicación de Conductores
 - 5.5. Equipos, procedimientos, protocolos
- 6. Puesta a tierra de Equipos
 - 6.1. Tierra Aislada
 - 6.2. Equipo Sensible
 - 6.3. Equipo de Telecomunicaciones
- 7. Mantenimiento
 - 7.1. Valoración de sistemas construidos
 - 7.2. Plan de Mantenimiento de sistemas de puesta a tierra
 - 7.3. Errores frecuentes
 - 7.4. 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 puesta a tierra.
- Revisarán normativas NEC, IEEE 142, IEEE 1100 e IEEE 80 para el diseño de puesta a tierra.
- Medirán la resistividad del suelo con el método Wenner e interpretará los resultados con la Carta Maestra IEEE Std 80.
- Diseñarán electrodos de puesta a tierra aplicando IEEE 142 e IEEE 80, considerando tensiones generadas y protección contra corrosión.
- Realizarán pruebas de resistencia, integridad y tensiones de toque y paso para evaluar el sistema.
- Implementarán puesta a tierra en equipos sensibles, telecomunicaciones y tierra aislada.
- Evaluarán sistemas existentes y establecerá planes de mantenimiento preventivo.
- Elaborarán un informe técnico que documente el diseño, pruebas y mantenimiento del sistema de puesta a tierra, incluyendo análisis de resultados y recomendaciones.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante diseñar sistemas de puesta a tierra eficientes y seguros, aplicando normativas internacionales, metodologías de cálculo y criterios técnicos para garantizar su correcto funcionamiento en instalaciones eléctricas

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] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system*, New York, USA, 1983.
- [2] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *Guide for measurement of impedance and safety characteristics of large, extended or interconnected grounding systems*, New York, USA, 1991.
- [3] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *Recommended practice for powering and grounding electronic equipment*, New York, USA, 2006.
- [4] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *Recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems*, New York, USA, 2007.
- [5] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *Draft guide for safety in AC substation grounding*, New York, USA, 2012.
- [6] J. C. Maxwell, *A treatise on electricity and magnetism (Vol. 1)*. New York, USA: Dover Publications, 1954.
- [7] S. Meliopoulos, *Power system grounding and transients (10a. Ed.)* New York, USA: Marcel Dekker, 1988.
- [8] National Fire Protection Association, *Código Eléctrico Nacional 2020*, Massachusetts, USA, 2023.
- [9] Telecommunications Industry Association, *Generic telecommunications bonding and grounding (earthing) for customer premises*, Virginia, USA, 2015.

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