

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:	Electivo
Nº de créditos:	3
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	5
Ubicación en el plan de estudios:	Curso electivo 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: aplicar conceptos, normativas 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.

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

- Aplicar conceptos, normativas 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. Importancia de los sistemas de protección de puesta a tierra
 - 1.2. Aspectos de Seguridad Eléctrica
2. Conceptos básicos y base normativa
 - 2.1. NEC, IEEE 142, IEEE 1100, IEEE 80
 - 2.2. Electrodos 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
- 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] S. Meliopoulos, *Power system grounding and transients (10a. Ed.)* New York, USA: Marcel Dekker, 1988.
- [7] National Fire Protection Association, *Código Eléctrico Nacional 2020*, Massachusetts, USA, 2023.
- [8] 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
Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Administración de Negocios, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

Doctorado en Ingeniería, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

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

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

M.Sc. Luis Carlos Muñoz Chacón

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Administración de Proyectos, Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica

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

Oficina: 2 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago