



Sistemas de puesta a tierra

**Créditos: 6
40 horas**

Objetivo

El participante adquirirá los conocimientos básicos de los sistemas de puesta a tierra, con los cuales puedan potenciarse sus habilidades para evaluar sistemas existentes o proponer diseños, aplicando las mejores prácticas con base en los criterios normativos y conocimientos sólidos de ingeniería

Dirigido

Ingenieros responsables de desarrollar el diseño, ingeniería e implementación de la obra de los sistemas de puesta a tierra, así como a los responsables de seguridad industrial, inspección, mantenimiento, y rehabilitación de los sistemas de seguridad eléctrica industrial y comercial.

Temario

Día 1:

1. Generalidades:

La tierra; El sistema de puesta a tierra; Normalización y recomendaciones; Aplicación de “nuevas tecnologías”; Terminología; Aspectos de seguridad; Inicio de proyecto: resistividad del suelo; Diseño y optimización; Selección de electrodos y arreglos; Unión equipotencial vs aislamiento; Pruebas y mantenimiento; Subestaciones de C.A.; Plantas industriales; Estaciones de generación; Baja tensión; Cuartos de control y computadoras; Protección contra descargas atmosféricas

2. Conceptos básicos:

Teoría básica; Semiesfera a nivel de suelo; Potencial de paso; Potencial de contacto; Arreglo de dos electrodos en serie; Arreglo de dos electrodos en serie; Componentes de la resistencia; Área de influencia.

Día 2:

3. Esquemas de Conexión a Tierra:

Esquema TT; Esquema IT; Esquema TN (TN-s y TN-C-S).

4. Esquemas TN con base en la NOM-001-SEDE-2012:

Electrodo de puesta a tierra; Valor de resistencia; Puesta a tierra de equipo; Puesta a tierra de sistema; Sistemas no conectados a tierra.

5. Riesgo eléctrico:

Tipos de falla; Electrocutión por efecto directo; Electrocutión por efecto indirecto; Impedancia del cuerpo

humano; Factores que afectan la impedancia del cuerpo humano.

6. Resistencia y resistividad:

Generalidades; Evaluación analítica; Métodos de medición; Mediciones de campo (curso completo); Interpretación de resultados; Análisis simplificado; Ejemplo de cálculo.

Día 3:

7. Impedancia transitoria:

Introducción; Descripción del fenómeno; Representación de un electrodo de puesta a tierra; Respuesta a la frecuencia de un electrodo de puesta a tierra; Comportamiento dinámico de un electrodo horizontal; Tensiones de impulso en electrodos verticales

8. Líneas de transmisión:

Arreglos de acuerdo con la resistividad del suelo; Concepto de multi-trayectoria; Arreglos especiales para reducir la resistencia de puesta a tierra; Importancia de la resistencia en el fenómeno de flameo inverso.

9. Subestaciones eléctricas:

Introducción; Conceptos básicos; Parámetros de diseño; Procedimiento de diseño; Resistencia de puesta a tierra; Corriente de falla; Potenciales de paso y contacto; Selección del conductor; Ejemplos de aplicación.

Día 4:

PRÁCTICA DE CAMPO

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

10. Sistemas electrónicos:

Generalidades; Conexión a tierra de equipo sensible; Acoplamiento e interferencia; Formas de ruido electromagnético; Arreglo de tierra flotante para señal; Conexión en un solo punto; Conexión en puntos múltiples; Esquema integral; Conexión a tierra según el sistema eléctrico; Puesta a tierra de equipo de cómputo; Prácticas incorrectas de conexión a tierra.

Día 5:

11. Radio base y telecomunicaciones:

Introducción; Conexión de acometida; Interruptor principal y tableros de distribución; Polarización de contactos; Distribución del hilo de puesta a tierra; Halo de puesta a tierra; Sistema de puesta a tierra de la instalación; Tierra aislada.

12. Sistemas de Instrumentación y Control:

Introducción; Puesta a tierra de Gabinetes muy cercanos; Puesta a tierra de Gabinetes muy alejados; Puesta a tierra de pantallas de cables; Aspectos de ruido electromagnético.

13. Sistemas Fotovoltaicos

Puesta a tierra de equipo; Puesta a tierra de sistemas; Importancia de los electrodos auxiliares.

14. Sistemas eólicos:

Unión Equipotencial de álabes, rotor, góndola y torre; Importancia de los electrodos UFER; Criterios de reducción de resistencia.

Instructor



M.I. Enrique Gaona Estrada

Ingeniero Electromecánica del Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), egresado y titulado en el año 2000, Maestro en Ingeniería Eléctrica Electrónica (MIIE) en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) egresado y titulado en el año 2019, con el tema de tesis “Electrodos de puesta a tierra para Sistemas HVDC”.

Ha trabajado en proyectos de investigación y de servicio en el INEEL en la Gerencia de Transmisión y distribución desde el año 2001, en:

- Ingeniería básica para licitación y construcción de Líneas de Transmisión y Subestaciones eléctricas de la CFE.
- Ingeniería en sistemas de potencia, en: Sistemas de puesta a tierra, Sistemas externos de protección contra tormentas eléctricas y Sistemas internos de protección contra tormentas eléctricas, en Subestaciones de potencia y líneas de transmisión, áreas de proceso y empresas del sector privado.
- Diseño tridimensional de protección área contra descargas atmosféricas para instalaciones eléctricas de potencia, como son Subestaciones, Edificios de operación, Cuartos de control, Call Center, etc...

- Proyectos de Investigación para la identificar la eficiencia de intensificadores de puesta a tierra usados en Líneas de transmisión de la CFE.
- Proyecto de investigación de intensificadores modificados con nanopartículas para mejorar su desempeño de puesta a tierra de líneas de transmisión de la CFE.
- Supervisión de Pruebas para la puesta en marcha de plantas de generación por gas, de la CFE.
- Participación en el proyecto de “Desarrollo de un Sistema de Gestión del mantenimiento basado en la condición y riesgo, en Líneas de Transmisión”.
- Desarrollo de la “Metodología y análisis de procedimientos para el diseño de sistema de blindaje y protección contra descargas atmosféricas en subestaciones de potencia” y curso de aplicación.
- Ha dirigido Proyecto de “Sistemas de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas”, para PEMEX (Instalaciones en Tierra y Costa Afuera) y la CFE (Subestaciones de Potencia y Líneas de Transmisión)

Forma parte del grupo de Normalización de ANCE en el subcomité SC PIE H (Protección contra descargas Atmosféricas en la Norma J-549), ha impartido cursos a la CFE en Blindaje de Subestaciones de Potencia y en el departamento de posgrado del INEEL, ha publicado 8 artículos nacionales.