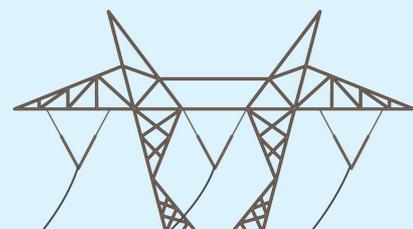


C1

# **CURSO ESPECIALIZADO EN DISEÑO DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES**



Dirección: Avenida 80 Número 43-72 Interior Local 11-83,  
Medellín, Antioquia  
teléfono: +573123085300  
[www.electroenergyic.com](http://www.electroenergyic.com)



## INTRODUCCIÓN

En este curso se explicarán los criterios y pautas generales para diseño de sistemas de puesta a tierra seguros, utilizando software avanzado de ingeniería que permita diseñar cualquier tipo y configuración de mallas a través del método de elementos finitos y cumpliendo con lo estipulado en normativa internacional vigente y en el código eléctrico Nacional, entre ellas: IEEE 80 – 2013 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. - IEEE 81-2012 guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system. - IEEE 665-1995 guide for generating station grounding - IEEE Emerald Book Std 1100-2005 - IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment. - IEEE Green Book 142-2007 Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

## OBJETIVOS

- Estudiar las consideraciones y conceptos principales para el diseño de puesta a tierra.
- Realizar síntesis de los criterios de diseño indicados en las norma IEEE 80-2013 y IEEE 142-2007.
- Interpretar mediciones de resistividad del suelo de casos de estudio reales y modelar el suelo con Software IPI2WIN, Cymgrd, CDEGS, ETAP.
- Calcular las tensiones de toque, de paso y resistencia de la malla de puesta a tierra a través del método de elementos finitos, dibujando en AutoCAD las mallas de puesta a tierra y exportarlas al Software de diseño para su modelamiento y cálculo.
- Verificar la norma IEEE 1100-2005 para la puesta a tierra de equipos electrónicos en la subestación y los criterios para un diseño seguro en relación a los equipos de Protección, control, medición, comunicaciones y sistema de automatización.
- Describir la metodología para la medición de la resistencia de puesta a tierra por el método de caída de potencial y el método de Tagg, medición de voltajes de toque y paso, medición de impedancia en alta frecuencia.

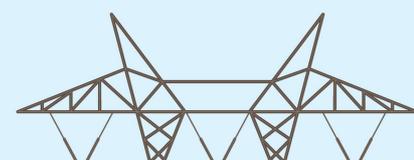
## DURACIÓN :

Las horas efectivas de clase del curso son 21 h, distribuidas en 7 sesiones.

## MATERIAL

El material está compuesto de la clase grabada en vivo, las presentaciones del curso, ejercicios de aplicación, normas utilizadas y material bibliográfico.

Disponibles en nuestra Plataforma web [www.electroenergyic.com](http://www.electroenergyic.com), acceso de forma ilimitada y descarga del material



## CONTENIDO TEMÁTICO

### 1. Consideraciones Básicas y Conceptos.

Se explicarán todos los conceptos técnicos que rigen el diseño de sistema de puesta a tierra y las medidas de seguridad que se deben cumplir para garantizar un adecuado diseño.

- Introducción a los sistemas de puesta a tierra
- Voltajes de toque, de paso y transferido Normativa nacional e internacional para diseños de puesta a tierra.
- Valores recomendados de Resistencia de tierra

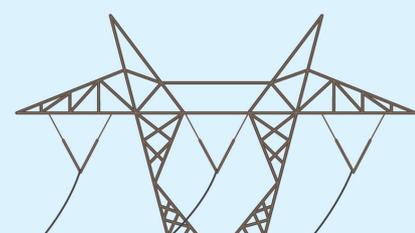
### 2. Criterios de diseño de acuerdo a la Norma IEEE 80-2013

Se estudiará a fondo la norma IEEE 80-2013 para verificar lo que se establece en cuanto al diseño de puesta a tierra de subestaciones eléctricas y plantas industriales. La clase estará basada en la lectura e identificación de puntos claves dentro de la norma que conducen a un diseño seguro.

- Seguridad en sistemas de puesta a tierra.
- Rango tolerable de corrientes.
- Límites de corriente tolerables en el cuerpo humano.
- Voltajes tolerables de diseño.
- Consideraciones de diseño.
- Selección de conductores y conectores.
- Características del suelo
- Evaluación de la resistencia de puesta a tierra
- Tipo de falla usada para la corriente de cortocircuito de una malla de tierra
- Factores de división de corriente  $S_f$
- Métodos de construcción de un sistema de puesta a tierra.

### 3. Síntesis de la Norma IEEE 142 y IEEE serie 3000.

- Se estudiará a fondo la norma IEEE 142-2007 y IEEE Serie 3000 para verificar lo que se establece en cuanto al diseño de puesta a tierra de instalaciones comerciales e industriales.
- Valores de puesta a tierra recomendados.
- Valores de GPR recomendados
- Mejoradores del suelo



## CONTENIDO TEMÁTICO

### 4. Modelamiento del suelo con Software

Se analizará la norma IEEE 81 en cuanto a la metodología de medición de resistividad y se explicará cómo modelar el suelo y obtener los modelos de dos capas (biestratificado) a través de los software IPI2WIN y Cymgrd.

- Síntesis de la Norma IEEE 81
- Mediciones e Interpretación de resistividad del suelo
- Modelamiento del suelo por método gráfico de IEEE 80
- Modelamiento del suelo por medio de software Avanzado de ingeniería IPWIN, Cymgrd, CDEGS, ETAP

### 5. Diseño de sistemas de puesta a tierra con método de elementos finitos

Se realizará el dibujo de la malla de puesta a tierra en un software de dibujo como el AutoCAD y se exportará a Cymgrd, CDEGS y ETAP para su modelamiento y cálculo por elementos finitos.

- Diseño de sistemas de puesta a tierra con Autocad y ETAP
- Diseño de sistemas de puesta a tierra con Autocad y Cymgrd
- Diseño de sistemas de puesta a tierra con Autocad y CDEGS
- Diseño de sistemas de puesta a tierra usando mejorador de suelo

### 6. Puesta a tierra de equipos electrónicos

Se explicará lo indicado por la norma IEEE 1100-2005 para la puesta a tierra de equipos electrónicos.

- Puesta a tierra de equipos electrónicos.
- Valores de GPR máximos para evitar daños en equipos electrónicos.
- Cuadrícula de malla máxima para evitar problemas en alta frecuencia
- Conexión a tierra de equipos electrónicos en la subestación.

### 7. Mediciones de sistemas de puesta a tierra

Se analizaran mediciones de sistemas de puesta a tierra en baja frecuencia, mediciones de impedancia de surge en alta frecuencia, medición de voltajes de paso y voltajes de toque, de acuerdo a lo indicado en las normas IEEE 80-2013, EN 50522 y IEEE81-2012.

- Selección de Equipos de Medicion, características y funcionalidades
- Medición de Resistencia método de caída de potencial
- Medición de Resistencia método de Tagg (Slope method o método de la pendiente de Tagg)
- Medición de Resistencia por el método de intersección de curvas
- Medición de Resistencia por el método de los dos puntos
- Medicion de Impedancia de Surge en alta frecuencia y medición con barrido en frecuencia
- Medicion de Voltajes de Toque y Paso

