

Curso Internacional

# Sistemas de Puesta a Tierra

Sus funciones en el área de la Seguridad Eléctrica  
y la Protección contra Descargas Atmosféricas

Relator

Ing. Eduardo Mariani  
(de Argentina)

Santiago, 29 y 30 de Marzo 2012

## Introducción

En las instalaciones de gran extensión aparecen problemas especiales de puesta a tierra debido a las importantes diferencias de potencial entre distintos puntos del terreno. Estas diferencias afectan principalmente los sistemas de instrumentación y los sistemas de informática y comunicaciones.

Las diferencias de potencial aparecen como consecuencia de corriente producidas por descargas atmosféricas y/o fallas de aislación fase tierra en los sistemas de distribución eléctrica. En algunos casos por instalaciones incorrectas que utilizan la tierra como conductor eléctrico.

Las reglamentaciones, normas y recomendaciones de instituciones como IEEE, NFPA, ANSI e IEC contienen las bases para implementar las mejores soluciones para minimizar los efectos mencionados y mantener acotados los riesgos eléctricos con el objeto de preservar vidas y bienes.

## Temas Clave a Tratar

- Identificación de las áreas de riesgo.
- Normativa aplicable.
- Puesta a tierra para instrumentación, seguridad eléctrica, comunicaciones, informática, seguridad intrínseca, cargas estáticas y protección contra descargas atmosféricas.
- Reacción de la tierra frente a la inyección de altas corrientes.
- Electrodo para puesta a tierra.
- Distintas geometrías asociadas a las funciones que deben cumplir
- Identificación de las áreas de riesgo frente al rayo
- Mecanismos de captación de descargas eléctricas nube tierra
- Red metálica de distribución de la puesta a tierra.
- La instrumentación de campo frente a interferencias y sobre tensiones transitorias.
- Función y puesta a tierra de los descargadores de sobre tensión.

## Objetivos

- Conocer sobre los sistemas normalizados de puesta a tierra; la geometría de los mismos, según las funciones que desempeñen, y el diseño de las redes de distribución para conexión a tierra.
- Analizar las distintas situaciones presentadas por las áreas de seguridad eléctrica, protecciones contra transitorios, problemas de compatibilidad electromagnética y descargas atmosféricas.
- Orientar en la adecuada selección de los sistemas de puesta a tierra a utilizar en distintos casos.

## Dirigido a

Ingenieros y Técnicos Eléctricos. Instaladores. Ingenieros proyectistas eléctricos. Ingenieros de Producción y de Mantenimiento. Profesionales de las áreas eléctrica y electrónica.

## Usted Recibirá

- Un manual del curso, el cual consta de una copia de las transparencias utilizadas por el relator y un material adicional de apoyo y complementario a las materias tratadas.
- Un CD con material complementario.

## Metodología

Exposiciones conceptuales donde el relator aporta la estructura teórica y los fundamentos, junto con discusión de casos y ejercicios de aplicación.

Se utilizarán diapositivas proyectadas como guía para la exposición. El desarrollo de los temas requerirá la participación activa de los asistentes a medida que los temas tratados toquen problemas o situaciones encontradas en el desempeño de las tareas habituales.

Esto incluye: Estudio; Proyectos; Mantenimiento; Inspecciones; Mediciones; Evaluación de riesgos; Dudas típicas sobre estos temas.

## Relator: Ing. Eduardo Mariani

Ingeniero Electromecánico, Universidad de Buenos Aires (1972).

Experiencia profesional de 45 años en la Industria Mecánica, Eléctrica y Electrónica, 35 años de docencia en la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires, 10 años en dictado de cursos de capacitación en sistemas de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.

Entre las principales empresas atendidas se encuentran:

- YPF REPSOL (Proyectos de Ingeniería de Puesta a Tierra, Consultoría y Cursos de Capacitación)
- Shell Argentina: Estudio de riesgos contra descargas atmosféricas, Refinería Dock Sud, EDENOR, EDET, DISTROCUYO: Cursos de capacitación y mediciones de interferencia y puesta a tierra.

## Testimoniales

- Una excelente y amena presentación, de un tema complejo y debatido, a través de sólidos fundamentos teóricos y experiencia práctica, integrando en forma sencilla todos los aspectos relevantes. Felipe Núñez D. (A&N Ingeniería y Construcción Ltda.).
- Interesante, cumplió mis expectativas. José Ramón Bertín C. (Aguas Décima S.A.)
- Interesante, práctico y satisfactorio respecto de mis expectativas. Esteban Parkes N. (AURA INC.)
- Muy interesante y provechoso. Lenin Armando Guevara (CMPC Maderas S.A.).
- Esta es una materia necesaria y que faltaba en nuestro medio. Agustín Macchino F. (European Southern Observatory).
- En general muy instructivo, pasó por todas las áreas de interés. Marco Flores (INGENDESA Empresa de Ingeniería S.A.).
- Me parece que he logrado el objetivo de conocer las distintas normas de puesta a tierra y su seguridad eléctrica, conocí la selección de sistemas de puesta a tierra "EXCELENTE". Pedro Gómez V. (Sociedad Punta Del Cobre S.A.).
- Muy buen curso, excelente calidad. Javier Lavandero F. (COPEC S.A.)
- No esperaba recibir tan buena información, totalmente práctico y basada en conceptos reales. Francisco Medina T. (GIST BROCADES CHILE S.A.).
- Objetivo e integral, ya que involucra el "todo" en los sistemas de puesta a tierra (que tienen relación al tema). Iván Marín Q. (Obras Industriales SALFA S.A.).
- Excelente, muy buen relator. Héctor Trujillo Rojas (CARBOMET ENERGIA S.A.)
- Excelente, aclaré varias dudas. Daniel Arce Cabrera (CODELCO CHILE DIVISION CODELCO NORTE)
- El profesor Mariani, muy bueno, muy didáctico para las explicaciones. La organización muy buena. Rafael Folle Almeras (INDUSTRIAS CERESITA S.A.)
- Las expectativas del curso fueron cumplidas totalmente. Es destacable el conocimiento, experiencia y disposición del relator por aclarar todas las dudas. Juan Carlos Jorquera (LAFARGE HORMIGONES S.A.)
- Muy buen trabajo en su conjunto, vale decir, organización, coordinación puntualidad. Excelente trabajo de exposición orientado a la parte práctica, usando conceptos científicos claros entregados por el profesor. Mauricio Arancibia Ortega (MINERA MERIDIAN).
- Bueno, dinámico y explicativo. Cumplió con las expectativas para cubrir mis dudas y ampliar mis conocimientos sobre el tema. Rodrigo Alfaro Araya (MINERA MICHILLA)
- El relator es de una gran experiencia, lo que permite combinar la teoría con la práctica, siendo el curso de gran apoyo para el desarrollo del trabajo. Alberto Vivanco Melgarejo (CHILECTRA S.A.)
- Aclara y ejemplifica muy bien cómo se deben hacer los sistemas de puesta a tierra. José Suarez Morales (CIA.MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI S.C.M.)
- Excelente, es lo que me esperaba de un curso de estas disciplinas. Francisco Javier Maulén Meza (ENAP REFINERIAS S.A.)
- Curso muy práctico y conveniente; con una exposición clara. Eric Petit D. (ASSOCIATION OF UNIV. FOR RESEARCH IN ASTRONOMY)

## Programa del Curso

### 1. Definición y conceptos generales:

- Comportamiento de la tierra como conductor.
- Posibilidades y limitaciones de los sistemas de puesta a tierra. El campo electromagnético y el movimiento de cargas eléctricas.
- Interacción de conductores metálicos y conducción eléctrica por la tierra.
- Mediciones de resistividad y resistencia de puesta a tierra. Métodos de Wenner y Schlumberger.
- Perfiles de resistividad.
- Curvas de Orellana y Mooney.

### 2. Sistemas de puesta a tierra en media y alta tensión.

- Criterios de la Guía ANSI/IEEE 80.
- Corrientes de falla.
- Mallas de subestación.
- Criterios de diseño y objetivos.
- Tensiones de paso y contacto.
- Potenciales transferidos. GPR.
- Tratamiento de terrenos para bajar la resistividad. Ventajas e inconvenientes.
- Utilización de una planilla de cálculo para dimensionar mallas de puesta a tierra en base a las recomendaciones ANSI/IEEE 80.

### 3. Medición de las características de los sistemas extendidos de puesta a tierra

- Criterios de la Guía ANSI/IEEE 81.
- Mediciones de impedancia
- Mediciones de las características de seguridad de una malla.
- Mediciones de las tensiones de paso, contacto y perfiles de potencial.

### 4. Puesta a tierra transitoria

- Puesta a tierra para maniobras en media y alta tensión.
- Dispositivos de puesta a tierra.
- Detectores de tensión.
- Precauciones.

### 5. Puesta a tierra en baja tensión

- Conductores de puesta a tierra y puestos o conectados a tierra.
- Los tres sistemas normalizados. Criterios según el sistema TN, TT e IT.
- Sistema TN en Estados Unidos.
- Países con sistema TT.
- Equipos de doble aislamiento y el sistema TT.
- Dispositivos de protección por fallas a tierra según las diferentes normas.
- Reglamentaciones eléctricas de Chile y Argentina.
- La norma ANSI/IEEE 142.
- Red de distribución de tierras para conexión de masas metálicas. Equipotenciación (bonding)

### 6. Cálculo simplificado de electrodos de tierra en baja tensión.

- Comportamiento electrodos de tierra.
- Valor esperable de la resistencia de puesta a tierra
- Electrodo verticales y horizontales.
- Cálculo aproximado de electrodos compuestos.

### 7. Los dispositivos de equipotenciación

- Equipotenciación de masas metálicas.
- Limitación de potenciales para conductores aislados
- El criterio de la ventana de tierras
- División en zonas para la instalación de barreras de protección.
- El comportamiento de la puesta a tierra y la equipotenciación en alta frecuencia.
- Puesta a tierra para equipos electrónicos

### 8. Descargas atmosféricas

- Formación de un rayo. Parámetros. Dispositivos de captura.
- Efectos directos y secundarios.
- Normas NFPA e IEC.
- Puesta a tierra para descargas atmosféricas.
- Descargas atmosféricas y sistemas de protección en zonas de muy alta resistividad de terrenos.
- Zonas de montaña.

## Información General

- Fechas:** 29 y 30 de Marzo 2012
- Horario:** Jueves 29: 9:00 a 13:00 y 14:15 a 18:15 horas  
Viernes 30: 9:00 a 13:00 y 14:15 a 17:15 horas
- Duración:** 15 horas
- Lugar:** **SANTIAGO.** Hotel Eurotel. Guardia Vieja 285. Providencia (Metro Estación Los Leones)  
Estacionamiento liberado en el hotel.
- Nombre Actividad** Sistemas de Puesta a Tierra: Seguridad eléctrica y protección contra descargas atmosféricas.
- Código Sence:** 12-37-8471-57  
Actividad de capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación, no conducente al otorgamiento de un título o grado académico.
- Org. Capacitador:** CIDES Corpotraining Ltda. Rut: 77.334.850-2
- Precio:** El valor por participante se determina según el **número de inscritos de la misma empresa**. Se aplican los siguientes **descuentos** a cada participante:
- 5% por 2 participantes inscritos de la misma empresa
  - 10% por 3 ó más participantes de la misma empresa
- Precio**
- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1 participante    | \$450.000     |
| 2 participantes   | \$427.500 c/u |
| 3 ó más particip. | \$405.000 c/u |
- Incluye:** Documentación impresa de apoyo, un CD con información complementaria, almuerzos, coffee-breaks y Diploma.
- INSCRIPCIONES:** [Ficha de Inscripción](#). Puede solicitarla también a: [cides@cides.cl](mailto:cides@cides.cl) o al: (2)3730170 u obtenerla en [www.cides.cl](http://www.cides.cl).
- Nota importante:** Para asegurar su inscripción, aun cuando ésta sea realizada posteriormente por su OTIC, es indispensable que la empresa complete y nos envíe nuestra FICHA DE INSCRIPCIÓN.
- NOTAS:**
1. CIDES Corpotraining se reserva el derecho de suspender la realización de este curso en la eventualidad que haya menos de 10 participantes inscritos en el mismo.
  2. Apenas se alcance el quórum mínimo necesario o, en su defecto, cuando CIDES Corpotraining considere posible efectuar el curso, se enviará mail de confirmación de su realización a los inscritos y/o a los responsables de inscripción.
  3. Por otra parte, si se decidiera suspender el curso, se comunicará esto por e-mail a los respectivos responsables de inscripción, con al menos 3 días hábiles de anticipación al inicio del mismo, salvo fuerza mayor de último momento.
  4. Si un participante inscrito no pudiera participar en el presente curso, podrá ser reemplazado por otro participante de su misma empresa. Si esto no fuera posible, el responsable de la inscripción deberá comunicarnos este hecho por escrito (e-mail) con al menos 3 días hábiles de anticipación a su inicio.