

UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Fonos: 6966938 - 6966377 - Fax: 6953881  
Av. Tupper 2007 - Casilla 412-3 - Santiago - Chile

## EL 67H PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y ELECTRONICAS

8 U.D

D.H.:(3-2-3)

**REQUISITOS:** EL 57A Sistemas Eléctricos de Potencia

**CARACTER:** Electivo de la carrera de Ingeniería Civil Electricista.

**OBJETIVOS:**

Generales:

- a) Conocer conceptos sobre puesta a tierra de equipos e instalaciones y técnicas de puesta a tierra y su relación con el sistema eléctrico.
- b) Comprender los mecanismos de conducción eléctrica por el terreno y por el cuerpo humano.
- c) Aprender y aplicar criterios y técnicas para proyectar puestas a tierra, de equipos y sistemas eléctricos y electrónicos, su análisis y medición.

Específicos

- a) Conocer los conceptos sobre puestas a tierra, sus propósitos y su relación con el resto del sistema eléctrico.
- b) Comprender el fenómeno de conducción eléctrica por el terreno y determinar sus características.
- c) Establecer y justificar límites de circulación de corriente por el cuerpo humano.
- d) Conocer y aplicar técnicas para proyectar puestas a tierra en instalaciones eléctricas, de acuerdo a sus características específicas (de potencia, de telecomunicaciones, computacionales, electrónicos).
- e) Conocer aspectos prácticos relativos a la construcción, medición y mantenimiento de puestas a tierra.

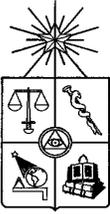
Contenido

Hrs. de clase

1.- Introducción

1.5

Objetivos y necesidad de una puesta a tierra,



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

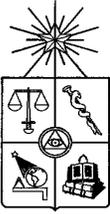
**Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas**

**Departamento de Ingeniería Eléctrica**

**Fonos: 6966938 - 6966377 - Fax: 6953881**

**Av. Tupper 2007 - Casilla 412-3 - Santiago - Chile**

clasificación; requisitos; definiciones.



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Fonos: 6966938 - 6966377 - Fax: 6953881  
Av. Tupper 2007 - Casilla 412-3 - Santiago - Chile

- 2.- Técnicas de puesta a tierra de neutros en sistemas eléctricos de potencia. 1,5

Sistema con neutro sólido a tierra. Neutro conectado a tierra mediante reactancia. Neutro conectado a tierra mediante resistencia. Neutro no conectado a tierra. Criterios de selección.

- 3.- Conducción eléctrica en el terreno 6,0

Parámetros relevantes. Medición de resistividad del terreno: Método de Wenner y de Schlumberger. Perfil y sondeo eléctrico. Interpretación de curvas de terreno mediante curvas patrón. Reducción a resistividad equivalente. Instrumentos de Medición.

- 4.- Límites y efectos de la circulación de corriente por el cuerpo humano. 3,0

Efectos del paso de corriente eléctrica por el cuerpo humano. Impedancia del cuerpo humano. Diferencias de potencial en puestas a tierra. Voltajes tolerables. Efecto de resistividad superficial del terreno. Contactos directos, contactos indirectos

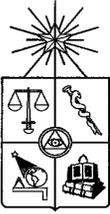
- 5.- Diseño de puestas a tierra

- 5.1 Electrodo de tierra. 6.0

Electrodos elementales; electrodos compuestos, mallas de tierra. Métodos de análisis aproximado y general para frecuencia industrial: resistencia, potencial de contacto y de paso, potencial transferido, interconexión de puestas a tierra. Algoritmos computacionales.

- 5.2 Puestas a tierra en alta frecuencia y frente a descargas de rayo. 4.5

Comportamiento de electrodos en alta frecuencia y con descargas de rayo. Métodos de análisis aproximado y general. Algoritmos computacionales



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Fonos: 6966938 - 6966377 - Fax: 6953881  
Av. Tupper 2007 - Casilla 412-3 - Santiago - Chile

6.- Técnicas de puesta a tierra en instalaciones de telecomunicaciones. 4.5

Funciones principales de la puesta a tierra. Condiciones para tierra de servicio y tierra de protección. Protección contra descarga atmosférica. Sistemas de distribución, colectores y conductores de tierra.

7.- Técnicas de puesta a tierra en equipo electrónico y computadores. 6.0

Funciones principales de la puesta a tierra. Empleo de U.P.S. Protección de transitorios internos. Malla de referencia de señal nula. Transformador de aislación. Apantallamiento. Puesta a tierra remota dedicada.

8.- Construcción de puestas a tierra 3.0

Tipos de materiales; tipos de uniones. Determinación de la sección de los conductores. Mejoramiento de la resistividad del terreno.

9.- Medición de resistencia de puesta a tierra 3,0

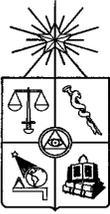
Método clásico de medición. Medición en instalaciones energizadas. Mantenimiento de puestas a tierra. Medición de potenciales sobre el terreno.

10.- Aspectos reglamentarios sobre puestas a tierra 6.0

Análisis de normas internacionales y de la reglamentación nacional. Puesta a tierra en instalaciones eléctricas de potencia, de telecomunicaciones, de equipo electrónico, computadores, etc.

**ACTIVIDADES**

Clases expositivas por parte del Profesor. Se contempla una salida a terreno para medida de resistividad y resistencia de puesta a tierra.



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Fonos: 6966938 - 6966377 - Fax: 6953881  
Av. Tupper 2007 - Casilla 412-3 - Santiago - Chile

### **EVALUACION**

Se realizan 3 controles, 5 tareas computacionales o ejercicios y el examen correspondiente.

### **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Sunde D. Erling: "Earth Conduction Effects in Transmission Systems".  
Dover Publication Inc, New York, 1968.
- 2.- Bridges J.E. et all: "Electrical Shock Safety Criteria"  
Pergamon Pres, 1985.
- 3.- Wait R. James: "Geo-Electromagnetism"  
Academic Press, 1982
- 4.- IEEE Standard 80-1986 Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- 5.- IEEE Standard 81-1983 Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground systems.
- 6.- IEEE Standard 142-1982 Recommended practice for grounding of industrial and comercial power systems.
- 7.- Norma Nch. Elec. 4/84 Electricidad. Instalaciones interiores en baja tensión.
- 8.- Norma chilena NSEG 5 E.N. 71 Instalaciones eléctricas de corrientes fuertes.
- 9.- C.C.I.T.T. : Puesta a tierra de las instalaciones de telecomunicaciones. Union Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra, 1976.

### **RESUMEN DE CONTENIDOS**

Técnicas de puesta a tierra de neutros. Conducción eléctrica en el terreno. Circulación de corriente por el cuerpo humano. Diseño de electrodos de tierra. Comportamiento a frecuencia industrial, alta frecuencia y descargas de rayo. Técnicas de puesta a tierra en instalaciones de Telecomunicaciones, equipo electrónico y computadores. Construcción y mantenimiento de puesta a tierra. Medición de resistencia de puesta a tierra. Aspectos reglamentarios.