

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.	<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.	<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia			
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra		<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 1	<b>DE:</b> 6	
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades					<b>UNIDADES:</b> 4
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

**PROPÓSITO**

El propósito de esta asignatura se encuentra asociado a la formación del estudiante en la opciones Industrial y Potencia, la característica electiva de la materia da la posibilidad al estudiante de manejar situaciones o problemas de aplicación en los sistemas eléctricos.

**OBJETIVO GENERAL**

Analizar los requerimientos mínimos de seguridad para el diseño de sistemas de puestas a tierras.

**OBJETIVOS TERMINALES**

- 1- Comprender la importancia del Sistema de Puesta a Tierra en las Instalaciones Eléctricas.
- 2- Estudiar los tipos de Puesta a Tierra (PAT).
- 3- Entender el concepto de resistividad.
- 4- Identificar el comportamiento del suelo.
- 5- Estudiar los métodos de medición de la resistividad del suelo.
- 6- Analizar los métodos de medición de un Sistema de Puesta a Tierra.
- 7- Establecer los criterios para el diseño de un Sistema de Puesta a Tierra para una Subestación.
- 8- Establecer los criterios para el diseño de un Sistema de Puesta a Tierra para una Edificación.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1- Comprender la importancia del Sistema de Puesta a Tierra en las Instalaciones Eléctricas.
  - 1.1- Determinar el valor de corriente que puede circular por el Cuerpo Humano.
  - 1.2- Identificar las Tensiones de Toque y de Paso, Tensión de Malla y Tensión de Paso en la Periferia.
  - 1.3- Evaluar los parámetros de frecuencia, magnitud y duración.
  - 1.4- Representar circuitalmente el cuerpo humano.
  - 1.5- Considerar la piedra picada.
  - 1.6- Identificar la Transferencia de potenciales y las Curvas equipotenciales.
  
- 2- Estudiar los tipos de Puesta a Tierra.
  - 2.1- Definir el electrodo de Puesta a Tierra.
  - 2.2- Analizar los electrodos de PAT tipo: Barras, profundidad, placas y contrapeso.
  - 2.3- Identificar los electrodos químicos.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003	<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra.</sup>	<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01	<b>Ultimo Período:</b>
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda	<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina	<b>Director:</b> Mercedes Torres	<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001
			<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra			<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 2	<b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades					<b>UNIDADES:</b> 4
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

**3-** Entender el concepto de resistividad.

- 3.1- Identificar el comportamiento del suelo.
- 3.2- Definir resistividad.
- 3.3- Evaluar los factores que afectan el valor de la resistividad.
- 3.4- Analizar el comportamiento de suelos no homogéneos y las curvas de resistividad.
- 3.5- Emplear el análisis de dos capas.

**4-** Estudiar los métodos de medición de la resistividad del suelo.

- 4.1- Analizar la configuración de los equipos de medición.
- 4.2- Analizar los métodos: de dos puntos, tres puntos, cuatro electrodos (Configuración Wenner. Configuración Schlumberger)

**5-** Analizar los métodos de medición de resistencia de un Sistema de Puesta a Tierra.

- 5.1- Analizar las características principales de la Medición.
- 5.2- Estudiar el Método de los dos puntos.
- 5.3- Diferenciar entre el Método de los tres puntos, el Método de comparación y el Método de caída de potencial.
- 5.4- Establecer las ecuaciones teóricas en la aplicación del Método de caída de potencial.

**6-** Definir los criterios para el diseño del sistema de puesta a tierra.

- 6.1- Analizar los Parámetros de diseño.
- 6.2- Realizar el Diseño de una malla de tierra para subestaciones.
- 6.3- Realizar el Diseño del Sistema de Puesta a Tierra para una edificación.
- 6.4- Entender la aplicación de la Soldadura autofundente.

## CONTENIDO

### A- PROGRAMA SINÓPTICO

#### Teoría

Importancia del Sistema de Puesta a Tierra en las Instalaciones Eléctricas. Tipos de Puestas a Tierra. Métodos de medición de la resistividad del suelo. Métodos de medición de un Sistema de Puesta a Tierra.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01		<b>Ultimo Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina		<b>Director:</b> Mercedes Torres		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001		<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra				<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 3 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades					<b>UNIDADES:</b> 4
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

Criterios para el diseño de un Sistema de Puesta a Tierra para una Subestación. Criterios para el diseño de un Sistema de Puesta a Tierra para una Edificación.

## B- PROGRAMA DETALLADO

### TEMA 1. Introducción a los Sistemas de Puesta a Tierra.

- Definición de un Sistema de Puesta a Tierra.
- Objetivos de la PAT.
- Características principales que debe presentar un Sistema de Puesta a Tierra.
- Importancia del sistema de puesta a tierra.

### TEMA 2. El cuerpo humano y la corriente eléctrica.

- Evaluación de los parámetros de frecuencia, magnitud y duración.
- Representación circuital del cuerpo humano.
- Consideración de la piedra picada.
- Conceptos de tensión de toque y de paso. Tensión de Malla y Tensión de paso en la periferia.
- Transferencia de potenciales. Curvas equipotenciales.

### TEMA 3. Tipos de puesta a tierra.

- Electrodo de PAT. Barras, PAT de profundidad, placas, contrapeso.
- Electrodo químicos.

### TEMA 4. Comportamiento del suelo.

- Resistividad. Factores que afectan el valor de la Resistividad. Concepto general de resistividad.
- Comportamiento de suelos no homogéneos. Curvas de resistividad.
- Análisis de dos capas.

### TEMA 5. Métodos de medición de la resistividad de suelo.

- Introducción.
- Equipos de medición.
- Método de los dos puntos.
- Método de los tres puntos.
- Método de los cuatro electrodos. Configuración Wenner. Configuración Schlumberger.

### TEMA 6. Medición de la resistencia de una puesta a Tierra.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01		<b>Ultimo Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina		<b>Director:</b> Mercedes Torres		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001		<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra			<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 4	<b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades					<b>UNIDADES:</b> 4
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

- Introducción.
- Características principales de la Medición.
- Método de los dos puntos.
- Método de los tres puntos. Método de comparación. Método de caída de potencial.
- Cálculo teórico.

**TEMA 7. Criterios para el diseño del sistema de puesta a tierra.**

- Introducción.
- Parámetros de diseño.
- Diseño de mallas de tierra para subestaciones.
- Diseño del Sistema de Puesta a Tierra para una edificación.
- Soldadura autofundente.

**C- PROGRAMA DE LABORATORIO**

Esta asignatura no tiene laboratorio

**D- REQUISITOS**

**Formales**

Para el ingreso a la asignatura deben haber sido aprobadas las siguientes asignaturas:

- Sistemas de Potencia I + 150 unidades

Sistemas de Puesta a Tierra no es requisito formal para las asignaturas siguientes en la carrera.

**Académicos**

- Entender lo que es un modelo matemático.
- Dominar la teoría de circuitos eléctricos en corriente alterna.

**E- PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA**

El tiempo total destinado a esta asignatura se distribuirá de la siguiente manera:

<b>TEORÍA</b>	
<b>TEMA</b>	<b>HORAS</b>
1	04

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra.</sup>		<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01		<b>Ultimo Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina		<b>Director:</b> Mercedes Torres		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001		<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra			<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 5 <b>DE:</b> 6	
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades				<b>UNIDADES:</b> 4	
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

2	08
3	04
4	12
5	12
6	12
7	12

**TOTALES 64**

#### F- HORAS DE CONTACTO

La asignatura comprende:  
58 horas de teoría.  
06 horas de evaluación.

#### G- PLAN DE EVALUACIÓN

##### Teoría

Se evalúa a través de la realización de tres instrumentos (exámenes parciales escritos y/o seminarios). Los exámenes parciales deben contener problemas donde se pide al estudiante demostrar que es capaz de expresar alguna de las muestras de conducta aceptables como evidencia de haber alcanzado los objetivos generales. Se considerará la aplicación de pruebas cortas o la asignación de tareas, como complemento de la evaluación teórica.

Cada examen se califica en la escala de cero a veinte puntos, la nota de teoría (si no se asignan seminarios) será el promedio aritmético de las notas de los exámenes parciales. En el caso de los seminarios cada uno se califica en la escala de cero a veinte puntos y se tomará el promedio aritmético de las notas considerando los exámenes parciales realizados.

##### TEORÍA.

<b>Instrumento</b>	<b>Contenido A Evaluar</b>	<b>Valor Porcentual</b>
Instrumento 1	Temas: 1, 2, 3 y 6	33.3%
Instrumento 2	Temas: 4 y 5	33.3%
Instrumento 3	Tema: 7	33.4%
<b>TOTAL DE TEORÍA:</b>		100%

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003	<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra</sup> .	<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01	<b>Ultimo Período:</b>
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda	<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina	<b>Director:</b> Mercedes Torres	<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001
			<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería.		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica.		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Puesta a Tierra			<b>CÓDIGO:</b> 2319	<b>PAG.:</b> 6 <b>DE:</b> 6	
<b>REQUISITOS:</b> Sistema de Potencia I (2345) + 150 Unidades				<b>UNIDADES:</b> 4	
<b>HORAS</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4					

## H- BIBLIOGRAFÍA

- ANSI/IEEE Std 80-2000, "*IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*".
- DANZIEL, C.F., "*A study of the Hazards of impulse Currents*", AIEE Transactions, vol 72, part III, October 1953.
- ANSI/IEEE Std 81-1983, "*IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance Safety, and Earth Surface Potentials of a Ground System*".
- ANSI/IEEE Std 81.2-1991, "*IEEE Guide for Measurement of Impedance Safety Characteristics of Large, Extend or Interconnected Grounding Systems*".
- IEEE 1100-1992, "*IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment*".
- IEEE 142-1982, "*IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*".
- Tagg, G.F., "*Earth Resistences*", Pitman Publishing Co.
- Wenner, F., "*A Method of Measuring Earth Resistivity*", Scientific Paper of the Bureau of Standards, N° 258, October 1915.
- COVENIN 200:1999, "*Código Eléctrico Nacional*".

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 1 <sup>ra.</sup>		<b>Período Vigente:</b> 3 <sup>er</sup> Sem. 01		<b>Ultimo Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Nerio Ojeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Julio Molina		<b>Director:</b> Mercedes Torres		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> 17-08-2001		<b>Aprob. Cons. Facul.:</b> 20-11-2001	