



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

### 1.-Área académica

Técnica

### 2.-Programa educativo

Ingeniería Eléctrica

### 3.-Dependencia académica

Facultad De Ingeniería Mecánica Eléctrica Región Cd. Mendoza.

4.- Código	5.-Nombre de la Experiencia educativa	6.-Área de formación	
		principal	secundaria
EELE 18009	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	DISCIPLINARIA	DISCIPLINARIA

### 7.-Valores de la experiencia educativa

Créditos	Teoría	Práctica	Total horas	Equivalencia (s)
8	3	2	75	

### 8.-Modalidad

Curso – Laboratorio

### 9.-Oportunidades de evaluación

Ordinario y Extraordinario

### 10.-Requisitos

Pre-requisitos Alumno-Tutor	recomendado (opcional)	Co-requisitos Alumno-Tutor	recomendado (opcional)
Circuitos de Corriente Alterna		Prácticas de Laboratorio	

### 11.-Características del proceso de enseñanza aprendizaje

Individual / Grupal	Máximo	Mínimo
Grupal	30	15

### 12.-Agrupación natural de la Experiencia educativa (áreas de conocimiento, academia, ejes, módulos, departamentos)

ACADEMIA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### 13.-Proyecto integrador

AREA DE FORMACIÓN DISCIPLINARIA

### 14.-Fecha

Elaboración	Modificación	Aprobación
1 DE MARZO DE 2012		

### 15.-Nombre de los académicos que participaron en la elaboración y/o modificación

ACADEMIAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LAS 5 REGIONES



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

### 16.-Perfil del docente

Ingeniero Electricista o Ingeniero Mecánico Electricista, preferentemente con estudios de postgrado en el área de potencia y con conocimiento de los lineamientos del MEIF, con un mínimo de 1 año de experiencia docente en el nivel superior y/o con 1 año mínimo de experiencia profesional relacionada con la materia.

### 17.-Espacio

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica

### 18.-Relación disciplinaria

Con las experiencias educativas de Ingeniería Eléctrica.

### 19.-Descripción

El alumno comprenderá los principios de operación y características generales de las líneas de transmisión; estudiará los parámetros que intervienen en su comportamiento, así como, hará cálculos eléctricos y mecánicos de las mismas; también conocerá las sobretensiones que se presentan en ellas y la coordinación de aislamiento con los diferentes elementos que constituyen un sistema elemental de energía eléctrica, temas que debe conocer para su formación en el área de ingeniería eléctrica.

### 20.-Justificación

Esta experiencia educativa es de vital importancia ya que una línea de transmisión constituye un elemento fundamental en la transmisión de la energía eléctrica de los centros de generación a los centros de consumo.

### 21.-Unidad de competencia

Con todas las materias del área de Ingeniería Eléctrica.

### 22.-Articulación de los ejes

Con esta experiencia educativa el alumno adquiere capacidad para diseñar técnica y económicamente la mejor utilización del transporte de energía eléctrica, investigando y adquiriendo un compromiso, con la sociedad, para buscar las formas de optimizar el uso de recursos naturales, humanos y materiales y hacer un uso más eficiente de energía. Deberá poseer un análisis crítico y de colaboración.



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

### 23.-Saberes

Teóricos	Heurísticos	Axiológicos
<p><b>Unidad 1.- Introducción a las líneas de transmisión. (4 Horas)</b></p> <p><b>1.1.</b> Definición, objetivo e importancia de las líneas de transmisión.</p> <p><b>1.2.</b> Clasificación de las líneas de transmisión.</p> <p><b>1.3.</b> Componentes de una línea de transmisión aérea.</p> <p><b>1.4.-</b> Diferentes arreglos con líneas de transmisión.</p> <p><b>1.5.-</b> Presente y futuro del sistema eléctrico en México.</p>	<p>Recopilación de datos</p> <p>Interpretación de datos</p> <p>Análisis de la información</p> <p>Análisis y crítica de textos en forma oral y/o escrita.</p> <p>Autoaprendizaje.</p> <p>Comprensión y expresión oral y escrita.</p> <p>Generación de ideas.</p> <p>Lectura en voz alta.</p> <p>Manejo de buscadores de información.</p> <p>Manejo de Word.</p> <p>Manejo del navegador.</p> <p>Observación.</p> <p>Organización de la información.</p> <p>Autocrítica.</p> <p>Autorreflexión.</p>	<p>Colaboración</p> <p>Respeto</p> <p>Tolerancia</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Honestidad</p> <p>Compromiso</p> <p>Humanismo</p> <p>Solidaridad</p> <p>Lealtad</p> <p>Honor</p>



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

<p><b>Unidad 2.- Parámetros de las líneas de transmisión. (17 Horas)</b></p> <p><b>2.1.</b> Consideraciones para el diseño de las líneas de transmisión aéreas. (2 Horas)</p> <p><b>2.2.</b> Resistencia eléctrica. (3 Horas)</p> <p><b>2.2.1.</b> Resistividad.</p> <p><b>2.2.2.</b> Variación de la resistencia debido a la temperatura.</p> <p><b>2.2.3.</b> Efecto skin o efecto piel.</p> <p><b>2.3.</b> Conductancia. (1 Hora)</p> <p><b>2.4.</b> Inductancia. (6 Horas)</p> <p><b>2.4.1.</b> Conductor sólido cilíndrico.</p> <p><b>2.4.2.</b> Arreglo de “M” conductores sólidos cilíndricos.</p> <p><b>2.4.3.</b> Línea monofásica dos hilos con conductores sólidos.</p> <p><b>2.4.4.</b> Línea trifásica tres hilos conductor sólido espaciamiento simétrico</p> <p><b>2.4.5.</b> Línea trifásica tres hilos conductor sólido espaciamiento asimétrico entre fases.</p> <p><b>2.4.6.</b> Conductores compuestos (cables conductores).</p> <p><b>2.4.7.</b> Línea monofásica dos hilos con conductores compuestos.</p> <p><b>2.4.8.</b> Línea trifásica con conductores compuestos con espaciamiento simétrico.</p> <p><b>2.4.9.</b> Línea trifásica con conductores compuestos con espaciamiento asimétrico.</p> <p><b>2.4.10.</b> Línea trifásica con dos, tres y cuatro cables conductores por fase con espaciamiento simétrico.</p> <p><b>2.4.11.</b> Línea trifásica con dos, tres y cuatro cables conductores por fase con espaciamiento asimétrico.</p> <p><b>2.4.12.</b> Líneas trifásicas paralelas con conductores compuestos.</p> <p><b>2.5.</b> Capacitancia. (5 Horas)</p> <p><b>2.5.1.</b> Campo eléctrico y voltaje: conductor sólido cilíndrico.</p> <p><b>2.5.2.</b> Voltaje y campo eléctrico: Arreglo de “M” conductores sólidos cilíndricos.</p> <p><b>2.5.3.</b> Línea monofásica dos hilos.</p> <p><b>2.5.4.</b> Línea trifásica con espaciamiento simétrico.</p>		
---	--	--



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

<p><b>2.5.6.</b> Capacitancia: Cables conductores-Diferente espaciamento entre fases-Conductores compuestos.</p> <p><b>2.5.7.</b> Capacitancia: Corriente de carga y potencia reactiva –línea trifásica.</p> <p><b>2.5.8.</b> Admitancias en paralelo: Líneas con conductores neutros y retorno por tierra.</p> <p><b>2.5.9.</b> Líneas trifásicas paralelas, conductor compuestos y fases agrupadas de varios conductores con espaciamento simétrico.</p> <p><b>2.5.10.</b> Efecto de la tierra en el cálculo de la capacitancia.</p> <p><b>2.5.11.</b> Intensidad del campo eléctrico en la superficie de los conductores y a nivel de tierra.</p> <p><b>Unidad 3. - Operación en estado estable. (20 Horas)</b></p> <p><b>3.1.</b> Elementos que forman los sistemas eléctricos de potencia. (1 hora)</p> <p><b>3.1.1.</b> Parámetros (R, L y C) de las líneas de transmisión.</p> <p><b>3.2.</b> Líneas de longitud corta. (<math>\leq 80</math> Km.) (2 Horas)</p> <p><b>3.2.1.</b> Regulación y eficiencia de las líneas de transmisión cortas.</p> <p><b>3.3.</b> Líneas de longitud media, circuito <math>\Pi</math> y circuito T. (<math>&gt; 80</math> Km. y <math>\leq 250</math> Km.) (3 Horas)</p> <p><b>3.3.1.</b> Regulación y eficiencia de las líneas de transmisión medias.</p> <p><b>3.4.</b> Líneas de transmisión largas. (<math>&gt; 250</math> Km.) (6 Horas)</p> <p><b>3.4.1.</b> Método de Ecuaciones diferenciales.</p> <p><b>3.4.2.</b> Método de Ecuaciones hiperbólicas.</p> <p><b>3.4.3.</b> Método de Circuito equivalente (parámetros corregidos).</p> <p><b>3.4.4.</b> Regulación y eficiencia de las líneas de transmisión largas.</p> <p><b>3.5.</b> Líneas sin pérdidas.(2 Horas)</p> <p><b>3.6.</b> Máximo flujo de potencia en líneas de transmisión. (2 Horas)</p> <p><b>3.7.</b> Cargabilidad del sistema. (1 Hora)</p> <p><b>3.8.</b> Técnicas de compensación reactiva. (3 Horas)</p>		
---	--	--



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

<p><b>Unidad 4.- Sobretensiones y coordinación de aislamiento de los sistemas eléctricos de potencia. (10 Horas)</b></p> <p><b>4.1. Sobretensiones (3 Horas)</b></p> <p><b>4.1.1.</b> Clasificación de las sobretensiones.</p> <p><b>4.1.2.</b> Análisis de las sobretensiones.</p> <p><b>4.1.2.1.</b> Ferroresonancia.</p> <p><b>4.1.2.2.</b> Maniobras con bancos de condensadores.</p> <p><b>4.1.2.3.</b> Protección contra el rayo.</p> <p><b>4.1.3.-</b> Características de las sobretensiones.</p> <p><b>4.1.4.</b> Limitación de sobretensiones.</p> <p><b>4.2.</b> Características de la resistencia de aislamiento. (1 Hora)</p> <p><b>4.3.</b> Descargas atmosféricas. (1 Hora)</p> <p><b>4.4.</b> Determinación del ángulo de blindaje para obtener un índice de salidas deseado por fallas de blindaje (Hilos de guarda). (1 Hora)</p> <p><b>4.5.</b> Determinación de la resistencia a tierra para obtener un índice de interrupciones deseado por flameo inverso. (1 Horas)</p> <p><b>4.6.</b> Protección contra sobretensiones en líneas de transmisión por medio de apartarrayos. (2 Horas)</p> <p><b>4.7.</b> Determinación de la distancia de fuga de cadenas de aisladores en función de los tipos y niveles de contaminación en líneas de transmisión. (1 Hora)</p> <p><b>Unidad 5.- Cálculo Mecánico de las líneas de transmisión. (9 Horas)</b></p> <p><b>5.1. Estructuras de líneas aéreas. (7 Horas)</b></p> <p><b>5.1.1.</b> Cálculo de flechas y tensiones en conductores.</p> <p><b>5.1.2.</b> Soportes al mismo nivel.</p> <p><b>5.1.3.</b> Soportes a diferente nivel.</p> <p><b>5.1.4.</b> Efecto de la carga de hielo y viento.</p> <p><b>5.1.5.</b> Cambio de la flecha debido a los efectos térmico y elástico.</p> <p><b>5.2.</b> Normas de construcción de líneas de transmisión. (2 Horas)</p> <p><b>UNIDAD 6.-PROYECTOS DE LINEAS DE TRANSMISIÓN</b></p>		
---	--	--



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN

### 24.-Estrategias metodológicas

De aprendizaje	De enseñanza
<p>Búsqueda de fuentes de información</p> <p>Consulta en fuentes de información.</p> <p>Lectura, síntesis e interpretación.</p> <p>Análisis y discusión de casos.</p> <p>Imitación de modelos a través de simulaciones en computadora.</p> <p>Discusiones grupales en torno de los mecanismos seguidos para aprender y las dificultades encontradas.</p> <p>Discusiones acerca del uso y valor del conocimiento.</p> <p>Visualizaciones de escenarios futuros.</p>	<p>Organización de grupos</p> <p>Diálogos simultáneos</p> <p>Dirección de prácticas en laboratorio y actividades de campo</p> <p>Tareas para estudio independiente</p> <p>Exposición con apoyo tecnológico</p> <p>Lectura comentada</p> <p>Estudio de casos</p> <p>Discusión dirigida</p> <p>Plenaria</p> <p>Resúmenes</p> <p>Exposición medios didácticos</p> <p>Enseñanza tutorías y mediante asesorías</p> <p>Aprendizaje basado en problemas Pistas</p>

### 25.-Apoyos educativos

Materiales didácticos	Recursos didácticos
<p>Libros</p> <p>Antologías</p> <p>Acetatos</p> <p>Fotocopias</p> <p>Pintarrón</p> <p>Plumones</p> <p>Borrador</p>	<p>Proyector de acetatos y electrónico.</p> <p>Computadora (Software e internet).</p> <p>Laboratorio.</p> <p>Videos</p>

### 26.-Evaluación del desempeño

Evidencia (s) de desempeño	Criterios de desempeño	Campo (s) de aplicación	Porcentaje
<p>Exámenes parciales</p> <p>Participación</p> <p>Examen final</p>	<p><u>Asistencia a clase</u></p> <p>Grupal</p> <p>Oportunos</p> <p>Legibles</p> <p>Planteamiento coherente y pertinente</p>	<p><u>Aula</u></p> <p>Grupos de trabajo</p> <p>Laboratorio</p>	<p>40%</p> <p>10%</p> <p>50%</p>
	<p>Individual</p> <p>Oportunos</p> <p>Legibles</p> <p>Planteamiento coherente y pertinente</p>	<p><u>Campo</u></p> <p>Biblioteca</p> <p>Centro de computo</p> <p>Internet</p>	



## Programa de estudio LINEAS DE TRANSMISIÓN



### 27.-Acreditación

Para acreditar esta experiencia educativa el estudiante deberá alcanzar como mínimo el 60 % de las evidencias de desempeño, haber asistido a un 80% de las clases impartidas y acreditar el laboratorio correspondiente.

### 28.-Fuentes de información

Básicas
1. <b>GRAINGER, J. J. &amp; STEVENSON JR. W. D.</b> ; ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA.; MCGRAW HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. DE C.V., MÉXICO, 2004, <b>TK3001 G72</b>
2. <b>CHECA L. M.</b> ; LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA; ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A. DE C.V., 3ª EDICIÓN, MÉXICO, 2000, <b>TK3221 C53</b>
3. <b>GLOVER, J. D. Y OTRO</b> ; SISTEMAS DE POTENCIA, ANÁLISIS Y DISEÑO; THOMPSON LEARNING.; 3ª EDICIÓN, MÉXICO D. F., 2004. <b>TK1005 G56 S5</b>
4. <b>WILDI, T.</b> ; SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA; ED. LIMUSA, S.A. DE C.V., GRUPO NORIEGA EDITORES, MÉXICO, 1991, <b>TK1001 W54</b>
5. <b>VIQUEIRA, L. J.</b> ; REDES ELÉCTRICAS, REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERÍA, S. A.; 3ª Ed., MÉXICO, 1986, <b>TK3226 V56</b>
6. <b>GÓMEZ E. A. coord.</b> ; ANÁLISIS Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA; MCGRAW HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, ESPAÑA, 2002, <b>TK1005 A52</b>
Complementarias
7. <b>GROSS, A. CH.</b> ; ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA; INTERAMERICANA; MÉXICO, 1984, <b>K3001 G76</b>
8. <b>GÓMEZ E. A. COORD.</b> ; SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA: EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS, MADRID, EDITORIAL PRENTICE HALL, 2003, <b>TK1001 S57</b>
9. <b>RAMÍREZ, V. J.</b> ; INSTALACIONES ELÉCTRICAS GENERALES; EDICIONES CEAC, S. A.; 4ª Ed., ESPAÑA, 1979.
10. <b>FERNÁNDEZ O. C.</b> ; PROBLEMAS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA
11. <b>I. I. E.</b> ; COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN; C. F. E.; MÉXICO, 1996.
12. <b>C. F. E.</b> ; MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS, MÉXICO, 1983
13. PAQUETE COMPUTACIONAL (SOFTWARE)