

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
EL6010	Ingeniería de Alta Tensión			
Nombre en Inglés				
High Voltage Engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	4,0	1,0	5,0
Requisitos			Carácter del Curso	
EL 4103 Sistemas de Energía y Equipos Eléctricos			Electivo de Línea de Especialización de Equipos y Dispositivos Eléctricos	
Resultados de Aprendizaje del Curso				
Al final del curso se espera que el estudiante:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Evalúe técnicamente fenómenos electromagnéticos de baja y alta frecuencia que se producen en líneas de transmisión de alta tensión de alterna y continua y predetermina sus efectos. 2. Evalúe técnicamente el comportamiento de los sistemas de aislamiento de líneas de alta tensión de corriente alterna, sometidos a tensiones de frecuencia industrial y de impulso, considerando elementos de protección para la coordinación de su aislamiento. 3. Aplica métodos de coordinación de aislamiento en sistemas de transmisión en alterna 				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa, en donde se desarrollarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas. • Experiencias demostrativas. • Salida a terreno. • Trabajo en equipo. 	<p>La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo estos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controles. • Ejercicios. • Informe de salida a terreno. <p>El examen dará cuenta del resultado de aprendizaje del curso.</p>

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Efectos Electromagnéticos Ambientales	4,5 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Métodos generales de cálculo de campo eléctrico y magnético de frecuencia industrial en dos y tres dimensiones. Aplicaciones a líneas HVAC, HVDC, subestaciones y equipos eléctricos. 2. Fenómenos de inducción electrostática y electromagnética. Evaluación y técnicas de mitigación. 3. Valores límites de exposición para el ser humano. 4. Mecanismo del fenómeno corona en sistemas de transmisión. 5. Efectos derivados del fenómeno corona. 6. Métodos de predeterminación de pérdidas y niveles de perturbación radioeléctrica por fenómeno corona en líneas de transmisión.	Al final de esta unidad el estudiante: 1. Aplica métodos para evaluar campo eléctrico y magnético en el entorno de líneas de transmisión de alta tensión (alterna y continua) y en equipo eléctrico. 2. Aplica técnicas y procedimientos para evaluar efectos de inducción por campo electromagnético de baja frecuencia. 3. Reconoce criterios y valores límites de exposición a campos electromagnéticos continuos y de frecuencia industrial para el ser humano. 4. Comprende el mecanismo del fenómeno corona en conductores de líneas de transmisión de alta tensión alterna y continua. 5. Aplica procedimientos y técnicas para evaluar pérdidas corona y niveles de perturbación radioeléctrica en líneas de transmisión de alta tensión alterna y continua.	[7] [8] [9] [1] [2] [5] [10] [11] [7]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Sobrevoltajes en Sistemas de Transmisión	2,5 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Clasificación de sobrevoltajes según Norma IEC 71. 2. Análisis simple de eventos que provocan solicitaciones de voltaje de origen interno. 3. Fenómeno físico y magnitud del rayo. Datos estadísticos. Propagación de sobrevoltajes de rayo. 4. Análisis simple de solicitaciones de origen externo (rayos).	Al final de esta unidad el estudiante: 1. Comprende eventos que provocan sobre tensiones permanentes y transitorias en sistemas de transmisión. 2. Evalúa por técnicas simples magnitudes de estas sobretensiones. 3. Reconoce herramientas computacionales para análisis de transitorios.	[3] [4] [15]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Comportamiento del Aislamiento de Líneas de Transmisión y de Elementos de Protección	5,0 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> Comportamiento de los espacios de aire y aisladores sometidos a tensiones de frecuencia industrial, de impulso de rayo y de maniobra bajo condiciones de lluvia y de contaminación atmosférica. Protección contra rayos directos sobre una línea o equipo de A.T. Corriente crítica. Configuración apropiada de la protección. Modelo electrogeométrico. Chisperos y Pararrayos de resistencia no lineal y de tipo expulsión. Comportamiento de los elementos de protección sometidos a tensiones alternas, de impulso de rayo y de maniobra. 	<p>Al final de esta unidad el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Evalúa el comportamiento de los sistemas de aislamiento de líneas de alta tensión, sometidos a tensiones de frecuencia industrial y de impulso, considerando problemas ambientales y su relación con los elementos de protección. 	<p>[3] [4] [6] [16]</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Coordinación de Aislamiento	3,0 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> Determinación de las tensiones máximas y formas de ondas de éstas. Niveles normalizados de aislamiento para equipos y líneas. Niveles de protección de sobrevoltaje para las distintas solicitaciones. Comparación de respuestas del aparato a proteger y del elemento de protección. Método probabilístico de coordinación de una protección contra sobre voltajes. 	<p>Al final de esta unidad el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aplica métodos de coordinación de aislamiento de líneas de transmisión aéreas. 	<p>[3] [4] [6]</p>

Bibliografía

Bibliografía Básica

- [1] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos*. OMS, 2005. ISBN 92 4 354571 X.
- [2] VALDENEGRO, A. *Efectos sobre el cuerpo humano de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Publ.T(P)/24 2003.
- [3] MARTÍNEZ VELASCO, J.A. *Coordinación de aislamiento en redes eléctricas de Alta Tensión*. Mc Graw Hill, Red Eléctrica de España, 2008.
- [4] HILEMAN, A. R. *Insulation coordination for power systems*. New York: Marcel Dekker, c1999.

Bibliografía Complementaria

- [5] *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz*. (2002). C95.6-2002.
- [6] INTERNATIONAL STANDARD IEC 71-2, INSULATION COORDINATION: part 2 Application guide/IEC. 3rd ed. Geneve, Suisse: International Electrotechnical Commission, c1996.
- [7] MIRANDA C. H. *Determinación de los efectos ambientales generados por la operación de una línea aérea en HVDC*. Memoria de Ingeniero Civil Electricista Universidad de Chile, 2008
- [8] BITTELMAN S., A. *Automatización del diseño de líneas de transmisión aéreas. Inducción electromagnética sobre conductores*. Memoria de Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile, 2002.
- [9] FERRETI DEL RÍO, A. *Técnicas de Apantallamiento y Blindaje para campos Electromagnéticos de baja frecuencia*. Memoria de Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile, 1999.
- [10] GARY, G., MOREAU, M. *L'effet de couronne et la tension alternative*. Eyrolles 1976.
- [11] MORALES, N. *Fenómeno Corona en Líneas de Transmisión y sus Efectos*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento Ingeniería Eléctrica, (Publ. T(P)/9). 1986.
- [12] *Techniques de L'ingénieur D.4 Electrotechnique "Reseaux Appareillage"* 1981.
- [13] LIGNES AÉRIENNES A HAUTE ET TRES HAUTE TENSION: règles d'isolation/Electricité de France Paris: Electricité de France, 1976.
- [14] TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK 345 KV / AND ABOVE/Electric Power Research Institute. Palo Alto CA.: EPRI, 1979
- [15] ENRÍQUEZ, G. *Estudio de sobre tensiones transitorias en sistemas eléctricos y coordinación de aislamiento. Técnicas de las altas tensiones. Vol.II, Ed. Limusa, México 1978.*
- [16] LE ROY, G., et all. *Les proprietes dielectriques de l'air et les tres hautes tensions*. Editions Eyrolles, 1984.
- [17] MORALES, N. *Métodos de cálculo de campo eléctrico en instalaciones de alta tensión*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento Ingeniería Eléctrica, (Publ. T/6). 1984.

Vigencia desde:	1 de Marzo 2009
Elaborado por:	Nelson Morales Efraín Asenjo