

## PROGRAMA DE CURSO INGENIERIA DE ALTA TENSION

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)				
Nombre del curso	Ingeniería de Alta Tensión	Código	EL6010	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>High Voltage Engineering</i>				
Horas semanales	Cátedra		4	Trabajo personal	6
Carácter del curso	Electivo: Curso de Ingeniería Eléctrica aplicada				
Requisitos	EL4103: Sistemas de Energía y Equipos Eléctricos				

### B. Propósito del curso:

El curso de Ingeniería de Alta Tensión tiene como propósito que el estudiantado evalúe técnicamente los campos electromagnéticos de baja frecuencia que se producen en líneas de transmisión de alta tensión de corriente alterna y continua y predetermine sus efectos. Para ello, comprende el fenómeno físico y evalúa técnicamente los efectos del fenómeno corona en líneas de transmisión de alta tensión de corriente alterna y continua. Asimismo, evalúa, desde lo técnico, el comportamiento de los sistemas de aislamiento de líneas y subestaciones de alta tensión de corriente alterna, sometidos a tensiones de frecuencia industrial y de impulso de maniobra y atmosféricas, considerando elementos de protección para la coordinación de su aislamiento.

Durante el desarrollo del curso identifica las características de los principales equipos eléctricos de alta tensión y su aplicación, para las especificaciones de los mismos en proyectos de alta tensión; también, aplica métodos de coordinación de aislamiento en sistemas de transmisión en corriente alterna, de acuerdo a normativas internacionales y regulación en el país y aplica métodos de determinación de aislamiento de líneas y subestaciones de alta tensión de corriente alterna bajo condiciones de contaminación y altura geográfica dónde se implementen las instalaciones.

Con todo lo anterior, el estudiantado obtiene conocimientos de proyectos de nuevas tecnologías de los sistemas de transmisión de Alta Tensión con énfasis en la nueva tecnología de corriente continua (HVDC) (HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT).

El curso de Ingeniería de Alta Tensión tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE4: Concebir, diseñar y evaluar, dispositivos, sistemas y desarrollos científico- tecnológicos para la solución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, considerando especificaciones técnicas, así como requerimientos económicos, ambientales, sociales y éticos.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CE7: Concebir, implementar y gestionar proyectos tecnológicos en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, considerando para tal efecto requerimientos técnicos, económicos, ambientales, sociales y éticos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2	RA1: Formula y usa modelos físico-matemáticos para caracterizar sistemas eléctricos de transmisión en alta tensión, y aplica conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica de Alta Tensión.
CE4	RA2: Evalúa dispositivos, sistemas y desarrollos tecnológicos para la solución de problemas en el ámbito de los Sistemas de transmisión en alta tensión, considerando especificaciones técnicas, así como requerimientos económicos, ambientales, sociales y éticos.
CE5	RA3: Resuelve problemas y optimiza soluciones en el ámbito de los Sistemas de transmisión en alta tensión, utilizando conceptos, enfoques, normativas y metodologías apropiadas.
CE6	RA4: Diagnostica necesidades tecnológicas presentes y futuras relacionadas con la transmisión de energía eléctrica y propone soluciones técnicas para dar respuesta a dichas necesidades.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG5	RA5: Concibe y aplica estrategias de solución a problemas de ingeniería en el ámbito de la transmisión en el marco del desarrollo sostenible, considerando recursos finitos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales, entidades regulatorias y económicos.
CG1	RA6: Comunica, de forma oral y escrita, los resultados de investigación fundamentados, considerando una estructura adecuada que permita una correcta comunicación de las ideas en ambientes académicos y profesionales.
CG3	RA7: Utiliza criterios asociados a normativas internacionales y nacionales y regulaciones, reglamentos que son necesarios para todos los proyectos de transmisión.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Efectos electromagnéticos ambientales generados por sistemas de transmisión	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. 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.</p> <p>1.2. Fenómenos de inducción electrostática y electromagnética. Evaluación y técnicas de mitigación.</p> <p>1.3. Valores límites de exposición de campos continuos y alternos para el ser humano.</p> <p>1.4. Fenómeno físico corona en sistemas de transmisión.</p> <p>1.5. Efectos derivados del fenómeno corona.</p> <p>1.6. Métodos de predeterminación de pérdidas y niveles de perturbación radioeléctrica por fenómeno corona en líneas de transmisión.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica métodos de elementos finitos y de simulación de cargas y corrientes, para modelar estructuras y conductores y resolver problemas de campo eléctrico y campo magnético generados por líneas de transmisión de alta tensión alterna o continua y por equipo eléctrico.</li> <li>2. Utiliza técnicas y procedimientos para modelar situaciones que generan inducción por campo electromagnético de baja frecuencia, evaluar sus efectos y mecanismos de mitigación.</li> <li>3. Identifica criterios y valores límites de exposición a campos electromagnéticos continuos y de frecuencia industrial para el ser humano.</li> <li>4. Comprende el proceso físico del fenómeno corona en conductores de líneas de transmisión de alta tensión alterna y continua.</li> <li>5. Comprende los efectos generados por el fenómeno corona en los equipos de intemperie de sistemas de transmisión.</li> <li>6. Aplica procedimientos y técnicas para evaluar pérdidas y niveles de perturbación radioeléctrica generados por corona en líneas de transmisión de alta tensión alterna y continua.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [3], [4], [5], [25] y [37]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Sobretensiones en sistemas de transmisión	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Clasificación de sobretensiones según Norma IEC 60071.</p> <p>2.2. Análisis simplificado de eventos que provocan solicitaciones de voltaje de origen interno.</p> <p>2.3. Fenómeno físico y magnitud del rayo. Datos estadísticos.</p> <p>2.4. Propagación de sobretensiones de rayo.</p> <p>2.5. Análisis simple de solicitaciones de origen externo (rayos).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Describe la clasificación de acuerdo a norma de los fenómenos de sobretensión que pueden experimentar sistemas de transmisión.</li> <li>Evalúa eventos que provocan sobretensiones permanentes y transitorias en sistemas de transmisión, aplicando técnicas empíricas o de teoría de circuitos. Conoce magnitud típica de sobretensión generada en eventos comunes.</li> <li>Comprende el fenómeno físico de generación del rayo y sus principales características pertinentes al tema.</li> <li>Evalúa magnitudes de sobretensiones de rayo aplicando modelos con circuitos simplificados.</li> <li>Aplica técnicas computacionales simplificadas para evaluar propagación de descargas de rayo.</li> <li>Identifica otras herramientas computacionales de análisis general.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [7]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4, RA5, RA7	Equipamiento de alta tensión	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Descripción de equipos utilizados en instalaciones de alta tensión, con características técnicas principales y con apoyo de fotografías de equipos reales.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identifica los equipos principales de Alta Tensión en instalaciones reales, considerando su funcionalidad.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [6], [7], [14], [28], [29], [30] y [31]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Condiciones de contaminación para la aislación de líneas de transmisión y subestaciones, principalmente según norma IEC 60815	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Condiciones de las áreas de contaminación con diferentes métodos para enfrentar su caracterización, con pruebas o con comparaciones con otras áreas, en función de la norma IEC 60815</p> <p>4.2. Comportamiento de los aisladores en condiciones de lluvia, humedad y de contaminación atmosférica, industrial y altura geográfica.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define los criterios para determinar el nivel de contaminación del área dónde se construirán los proyectos de líneas y subestaciones.</li> <li>2. Calcula y define las distancias de fuga de los equipos de alta tensión en función de las zonas de contaminación.</li> <li>3. Calcula, con correcciones, la aislación por contaminación, para condiciones de instalaciones en áreas con diferentes alturas geográficas.</li> </ol> <p><i>* Con los aprendizajes y habilidades anteriores contribuye en equipo a la preparación de las especificaciones en lo que compete a las distancias de fuga requeridas de los equipos en condiciones de contaminación.</i></p>	
Bibliografía de la unidad		[1] y [9]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Coordinación de Aislación de acuerdo a la norma IEC 60071	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1. Los Sistemas de Alta Tensión se rigen principalmente por las normas IEC (europea).</p> <p>5.2. Conceptos y la metodología general bajo esa norma, con ejemplos de cálculo en diferentes niveles de tensión.</p> <p>5.3. Metodología complementaria propuesta por el Coordinador Eléctrico Nacional, para la realización de los estudios de Coordinación de Aislación que deben presentarse para aprobación de los proyectos. Esta metodología se basa en la norma indicada IEC 60071.</p> <p>5.4. Aspectos a considerar en función de la altura geográfica en que estarán las instalaciones para hacer los ajustes correspondientes.</p> <p>5.5. Diferentes sistemas de aterrizamiento de los sistemas eléctricos según la norma y su implicancia en la aislación.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realiza los cálculos de coordinación de aislación siguiendo la norma IEC 60071.</li> <li>2. Usa, para diseñar, herramientas de cálculo en función de la metodología de la norma IEC 60071 y/o metodología del coordinador eléctrico nacional para preparar una memoria de cálculo o en su defecto usar softwares comerciales que hacen los análisis, comprendiendo además que existen otras normas internacionales para realizar los cálculos.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [6], [ 7], [8], [15] y [16]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Dimensionamiento de la aislación de subestaciones de alta tensión	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>6.1. Comportamiento de los espacios de aire (según IEC y pliegos de la SEC) para aislación, distancias de seguridad para mantenimiento y operación, sometidos a tensiones de frecuencia industrial, de impulso de rayos y de maniobra.</p> <p>6.2. Aspectos sísmicos y cortocircuitos que deben considerarse para el diseño y las condiciones de distancias de seguridad.</p> <p>6.3. Contaminación para especificar distancia de fuga de equipos, y altura geográfica y blindaje para descargas atmosféricas.</p> <p>6.4. Hojas de datos de especificaciones de equipos primarios, destacándose los aspectos relacionados con Alta Tensión.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las condiciones de seguridad para operación y mantenimiento desde el punto de vista de distancias eléctricas, de acuerdo con las normativas internacionales según IEC y los pliegos técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), en los diseños de los lay-out de los proyectos de subestaciones.</li> <li>2. Explica, usando argumentos técnicos, qué elementos y criterios son fundamentales en el trabajo multidisciplinario con otras especialidades para considerar los aspectos sísmicos a tomar en cuenta tanto en los equipos cómo en las condiciones de lay-out y flexibilidad de las conexiones entre equipos.</li> <li>3. Usa argumentos técnicos para explicar qué elementos y criterios son fundamentales en la definición del blindaje de las subestaciones para protegerlas contra la caída de rayos a través de cables de guardia y/o pararrayos Franklin contribuyendo en la definición del lay-out de la subestación.</li> <li>4. Colabora con otros, participando en la definición de elementos de prevención de sobretensiones (ej. Resistencias de preinserción) y protección de sobretensiones (ej. Pararrayos), incorporándolas a los proyectos de transmisión.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [6], [7], [8], [9], [10], [14], [17], [18], [19], [20] y [32]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Dimensionamiento de la Aislación de Líneas de Transmisión de Alta Tensión	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>7.1. Aspectos generales sobre conceptos de diseño de líneas de transmisión, que permitan entender los temas de aislación, distancias eléctricas y franjas de seguridad.</p> <p>7.2. Comportamiento y criterios de los espacios en aire sometidos a tensiones de frecuencia industrial, de impulso de rayos y de maniobra.</p> <p>7.3. Comportamiento de los aisladores en condiciones de lluvia, humedad y de contaminación atmosférica, industrial y altura geográfica.</p> <p>7.4. Fenómenos especiales de las líneas, tales como efecto galloping e Ice Jumping, que pueden impactar en las distancias eléctricas y cargas sobre las estructuras.</p> <p>7.5. Aspectos regulatorios para determinar franjas de seguridad y servidumbres y concesiones eléctricas.</p> <p>7.6. Voltajes críticos de sobretensiones de frecuencia industrial e impulso de sobretensiones de maniobra y descargas atmosféricas para determinar la aislación.</p> <p>7.7. Fenómenos de arco inverso para sobretensiones por descargas atmosféricas y resistencias de pie de torre.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende algunos de los elementos más importantes del diseño de líneas de transmisión, aunque estos aspectos no son el objetivo del curso.</li> <li>2. Calcula los diseños de la aislación de las líneas considerando las sobretensiones de frecuencia industrial, de maniobra y descargas atmosféricas.</li> <li>3. Calcula la definición de la aislación desde el punto de vista de la contaminación según la norma IEC 60815.</li> <li>4. Calcula la definición de la aislación desde el punto de vista de la altura geográfica en que se instalen las líneas, haciendo las correcciones correspondientes.</li> <li>5. Calcula la definición de las distancias eléctricas a estructuras, en condiciones de tensiones normales y de sobretensiones de frecuencia industrial e impulsos.</li> <li>6. Define la determinación de la franja de seguridad y de servidumbre de las líneas.</li> <li>7. Contribuye conceptualmente en la definición y entendimiento de los fenómenos de Galloping e Ice Jumping.</li> </ol> <p><b>* Trabaja en los dimensionamientos, de acuerdo a las normativas internacionales según IEC y los pliegos técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).</b></p>	
Bibliografía de la unidad		[1], [6], [7], [8], [9], [10], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [33], [34] y [35]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
8	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Sistemas HVDC (High Voltage Direct Current)	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>8.1. Sistemas de HVDC y el comportamiento de la aislación en comparación a corriente alterna.</p> <p>8.2. Descripción de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologías de conversión AC-DC.</li> <li>- HVDC Clásico vs VSC.</li> <li>- Esquemas de enlaces de transmisión de HVDC.</li> <li>- Comparación de conveniencia entre enlaces en HVDC y enlaces en HVAC.</li> <li>- Retorno por tierra y consideraciones ambientales vs retorno Metálico</li> <li>- Enlaces Submarinos</li> <li>- Condiciones de sobrecarga.</li> <li>- Condiciones de Operación normal y emergencia.</li> <li>- Descripción de Instalaciones de los proyectos de HVDC</li> <li>- Aislación en los sistemas de HVDC en comparación con la aislación en corriente alterna.</li> </ul> <p>8.3. Características de un proyecto real de HVDC durante su fase de construcción*.</p> <p><i>*Con estos conceptos el/la estudiante podrá entender y visualizar las principales características y los tamaños de instalaciones de esta tecnología.</i></p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende y explica las principales características, tamaño y desafíos de los proyectos de HVDC, que en Chile aún no existen o se han construidos, pero que son bastantes comunes en otros países.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1], [27] y [36]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad
9	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6	Trabajos de Investigación sobre con tópicos de alta tensión y contingentes.
Contenidos		Indicador de logro
9.1. Investigación sobre temas relacionados a alta tensión y contingentes.		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investiga sobre el tema elegido de alta tensión y contingentes seleccionando bibliografía atingente.</li> <li>2. Produce un informe y una presentación en diapositivas, sintetizando los aspectos más importantes de su investigación y presentándolo en formato de un trabajo profesional.</li> <li>3. Expone, con su equipo, el tema al resto de los grupos en un tiempo de 20 minutos con 10 minutos de preguntas.</li> </ol> <p><b>* Los estudiantes deben formar un grupo de 2 o 3 estudiantes y eligen un tema del conjunto de temas propuestos por el profesor.</b>  <b>En la presentación oral todos los miembros del grupo exponen y muestran aspectos de conocimiento, dicción, redacción, etc.</b>  <b>Esta investigación se va trabajando durante el semestre y considera 8 semanas de trabajo.</b></p>
Bibliografía de la unidad		Definido por los y las estudiantes en relación a la investigación del tema.

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera el uso de diversas metodologías de enseñanza activo – participativas, en donde se desarrollarán:

- **Clases expositivas:**

*Clases expositivas, con conceptos, normativas, herramientas de cálculo y con casos reales de instalaciones de Alta Tensión y nuevas tecnologías.*

*Además, se incluye una descripción del Campo de Acción de los Ingenieros Civiles Eléctricos del área de potencia/energía, considerando adicionalmente los aspectos genéricos de liderazgo, trabajo en equipo, ética, idiomas, emprendimiento, innovación, etc. El/la estudiante tendrá una visión de los campos de desarrollo profesional del mercado cómo ingenieros civiles eléctricos.*

- **Presentación de videos ilustrativos**

- **Salida a terreno.**

**Visita a terreno a una Subestación Eléctrica de Alta Tensión (opcional).** De realizarse se llevará a los estudiantes a una Subestación de Alta Tensión que tenga diferentes patios e instalaciones (al menos 500, 220, 110 kV).

*Descripción, durante la visita, de las diferentes instalaciones y equipamiento y aspectos de proyectos. El/la estudiante entiende en la realidad diferentes aspectos de equipos y proyectos de Alta Tensión*

Esta actividad es complementaria a la actividad 3.1.

▪ **Trabajo en equipo con Temas de Investigación.**

### F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
• Control 1 correspondiente a los contenidos 1 y 2	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5, RA7
• Ejercicios (3) correspondientes a los contenidos 1 y 2	Evalúa RA2, RA3, RA4, RA5, RA7
• Control 2 correspondiente a los contenidos 3, 4, 5, 6, 7 y 8	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5, RA7
• Trabajo de Investigación en grupos	Evalúa RA6 Se evalúa formativamente el desempeño del trabajo en equipo, contenido, considerando el cumplimiento de tareas, rol asignado, colaboración en la toma de decisiones consensuadas y análisis de si su rol aportó al logro de las metas planteadas.
• Examen final	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 y RA7

*Al inicio de cada semestre los académicos o académicas informarán a los y las estudiantes sobre los tipos y cantidad de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.*

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía básica:

- [1] Apuntes del curso elaborados por los profesores.
- [2] MORALES, N. *Métodos de cálculo de campo eléctrico en instalaciones de alta tensión*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento Ingeniería Eléctrica, (Publ. T/6). 1984.
- [3] GARY, G., MOREAU, M. *L'effet de couronne et la tension alternative*. Eyrolles 1976.
- [4] MORALES, N. *Fenómeno Corona en Líneas de Transmisión y sus Efectos*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento Ingeniería Eléctrica, (Publ. T(P)/9). 1986.
- [5] TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK 345 KV / AND ABOVE/Electric Power Research Institute. Palo Alto CA.: EPRI, 1982
- [6] Norma Técnica de Seguridad de Servicios NTSyCS (CNE)(Última versión)
- [7] Anexo Técnico Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión de la NTSyCS.
- [8] NORMA IEC 60071 Coordinación de Aislamiento. Parte 1 y 2.
- [9] NORMA IEC 60815 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions. Part 1 and Part 2.
- [10] PLIEGOS TÉCNICOS Reglamento de Seguridad de las instalaciones eléctricas destinadas a la Producción, Transporte, Prestación de Servicios Complementarios, Sistemas de Almacenamiento y Distribución de Energía Eléctrica de AT de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) (Última versión).

### Bibliografía complementaria

- [11] *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz*. (2002). C95.6-2002.
- [12] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos*. OMS, 2005. ISBN 92 4 354571 X.
- [13] 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.
- [14] Decreto-43\_03-MAY-2013 NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA, ELABORADA A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL DECRETO N° 686, DE 1998, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
- [15] Especificación de Coordinación de Aislamiento hasta 245 kV - Rev D (Coordinador Eléctrico Nacional)
- [16] IEEE std 1313.1-2002 Insulation Coordination Principles. Part 1 and 2
- [17] IEEE Std 1527™-2006 Recommended Practice for the Design of Flexible Buswork Located in Seismically Active Areas
- [18] IEC 61936-1 2010-08. Power Installations exceeding 1 kV a.c.
- [19] "The Mechanical Effects of Short-Circuit Currents in Open Substations" del Comité No. 23 del Cigre.
- [20] IEC 60865-1 Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1: Definitions and calculation methods
- [21] DECRETO 38 ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RUIDOS GENERADOS POR FUENTES QUE INDICA, ELABORADA A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL DECRETO N° 146, DE 1997, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.
- [22] COOR-DID-EC-TEC-ET-EST-NA-NA-00009 Especificación de Estudio DID N° 02 Desbalance de Tensiones (Coordinador Eléctrico Nacional).

- [23] Informe-DPD-Aplicación-Art-3-22-NTSyCS (Desbalance de Tensión)(CDEC-SIC)
- [24] IEEE Std 1159-2019 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
- [25] PLIEGO-TÉCNICO-NORMATIVO-RPTD-N°07-Franja-y-distancia-seguridad
- [26] PLIEGO-TÉCNICO-NORMATIVO-RPTD-N°11-Líneas-de-alta-tensión
- [27] ALSTOM\_HVDC\_FOR\_BEGINNERS\_AND\_BEYOND

**Información complementaria**

- [28] Diagrama-Maestro 005-23 (Diag. Unilineal)(Coordinador Eléctrico Nacional)
- [29] XREF (DIAG. UNILINEALES REGIONES)(Coordinador Eléctrico Nacional)
- [30] SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL\_v19 (Archivo KMZ)(Coordinador Eléctrico Nacional)
- [31] 1029\_PLANO Planta SVC1ez. Compensación de Potencia Reactiva de la línea Nueva Pan de Azúcar - Polpaico 500 kv. Decreto Exento 422/2017
- [32] HOJAS DE DATOS ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS de AT.
- [33] modHR(PRESION VAPOR DE AGUA) Determinación de Humedad en la Atmósfera. Carolina Meruane y René Garreaud – DGF – U de Chile. Abril 2006
- [34] Find (CONDUCTORES ALTA TEMPERATURA) Engineering Transmission Lines with High Capacity Low Sag ACCC® Conductors CTC GLOBAL.
- [35] Diversos Papers y Artículos sobre Efecto GALLOPING.
- [36] Diversos Papers y Artículos sobre Tecnología HVDC.
- [37] Servicio de Evaluación Ambiental CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: Evaluación de impactos por radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica. Junio 2023.

**H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:**

Vigencia desde:	Otoño, 2024
Elaborado por:	Raúl Alvarez, Nelson Morales
Validado por:	Enviado a Andrés Caba, validación académico par: Patricio Mendoza Validación CTD
Revisado por:	Área de Gestión Curricular