



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
Y ENERGÍAS LIMPIAS

Protección contra descargas atmosféricas

Créditos: 6
40 horas

Objetivo

Que el participante adquiera los conocimientos básicos sobre el fenómeno de la descarga eléctrica atmosférica y los principios de la protección contra tormentas eléctricas. Fortalezca sus capacidades para evaluar la efectividad de los sistemas de protección existentes y diseñar nuevos proyectos de ingeniería, aplicando formulaciones y criterios normativos vigentes. Desarrolle sus habilidades para aplicar los criterios de protección en los diferentes sistemas de riesgo.

Dirigido

Ingenieros responsables de desarrollar el diseño, ingeniería e implementación de la obra de los sistemas de protección contra tormentas eléctricas, así como a los responsables de seguridad industrial, inspección, mantenimiento, y rehabilitación de los sistemas de seguridad eléctrica industrial y comercial.

Temario

Día 1:

1. Generalidades:
¿Por qué se requiere protección?; Efecto sobre los sistemas; Tipo de acoplamiento; Hechos y Mitos; Carga eléctrica de la nube; Tipos de rayos; Actividad atmosférica en la estratosfera; Sistemas de detección.

2. Mecanismo de las descargas eléctricas:

Definiciones básicas; Proceso de ionización; Proceso de de-ionización; Procesos catódicos; Rompimiento eléctrico; Rompimiento eléctrico en distancias cortas; Ley de Parchen; Característica V-I; Condiciones atmosféricas; Naturaleza estadística del rompimiento eléctrico; Rompimiento eléctrico en distancias largas; Efecto de la humedad.

3. Parámetros del rayo para aplicaciones de ingeniería:

Electrificación de la nube; Etapas de formación del rayo; Primer Rayo de Retorno Negativo; Rayos de Retorno Negativos Subsecuentes; Rayo de Retorno Positivo; Formas de Onda Típicas del Rayo; Variación de Parámetros del Rayo; Probabilidad de la corriente del rayo; Correlación entre Parámetros; Nivel Isocerámico y Densidad de Rayos a Tierra.

Día 2:

4. Modelado matemático del rayo de retorno:

Modelo electrodinámico; Modelos de la línea de transmisión (RLC); Modelos de ingeniería y semi-físicos; Modelos de Generación de Corriente; Velocidad del rayo de retorno; Propagación de corriente



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

vs modelos de generación de corriente y Futuro de los modelos del rayo de retorno.

5. Inicio de la protección:

Experimento de Benjamín Franklin; Electricidad Estática; Primera Guía de Diseño; Ángulo de protección; Modelo Electrogeométrico; Método de la Esfera Rodante e Inicio de la normalización.

Día 3:

6. Normatividad internacional:

Estadounidense NFPA 780 (2008); Australiana/NeoZelandesa AS/NZ 1768 (2003); Británica BS 6651 (1999); Estadounidense API 2003 (1998); Internacional IEC 62305 (2006) y Francesa NFC 17-100.

7. Normatividad mexicana:

Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999; Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005.

8. Norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005:

Análisis de riesgo; Sistema Externo de Protección; Mediciones eléctricas; La esfera rodante y el ángulo de protección; Protección de personas en interiores y exteriores; Resistencia de puesta a tierra e impedancia transitoria; Mantenimiento e inspección; Ejemplos de aplicación.

Día 4:

9. Terminales aéreas no convencionales:

Conceptos básicos; Terminales radiactivas; Terminales con formas especiales; Terminales con fuentes independientes; Terminales con fuente natural; Terminales neutralizadoras de rayos; Terminales no convencionales y la normalización internacional.

10. Experimentos en laboratorio:

Efectividad de los Pararrayos y los Supresores de Sobretensiones Transitorias (Apartarrayos) en la protección contra las descargas atmosféricas.

Día 5:

11. Protección de líneas de distribución:

Campos Electromagnéticos Generados por Rayo; Modelos de Acoplamiento electromagnético; Respuesta Transitoria de la línea; Parámetros eléctricos de influencia; Principio de coordinación de aislamiento; Supresores de sobretensiones transitorias (Apartarrayos).

12. Protección de subestaciones eléctricas de potencia:

Sistema de Puesta a Tierra; Resistividad y Resistencia; Potenciales de paso; Potenciales de contacto; Angulo de protección; Curvas empíricas; Modelo electrogeométrico.

13. Protección de líneas de transmisión:

Sistema de Puesta a Tierra; Resistividad y Resistencia; Incidencia y Blindaje; Modelo Electrogeométrico; Fallas de Blindaje; Índice de Fallas; Flameo Inverso; Salidas por Flameo Inverso; Principio de coordinación de aislamiento; Supresores de sobretensiones transitorias (Apartarrayos).



Instructores



M.I. Antonio Escamilla Paz

Ingeniero Eléctrico egresado del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. Maestro en Ingeniería, con especialidad en Sistemas Eléctricos de Potencia, por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador de la Gerencia de Transmisión y Distribución del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL).

Ha sido autor y coautor de diversos artículos técnicos relacionados con el análisis de transitorios electromagnéticos de origen interno y externo en sistemas eléctricos, así como la protección contra descargas atmosféricas de líneas de transmisión, basada en técnicas de inteligencia artificial.

Ha dirigido y colaborado en proyectos para la Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos y empresas del sector privado, relacionados con el modelado, la simulación, el análisis y la evaluación de sistemas eléctricos. Su experiencia incluye el diseño de sistemas de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas para líneas de transmisión y subestaciones, el desarrollo de modelos para el análisis del

comportamiento transitorio de equipos superconductores y sistemas de generación con energías renovables, así como el estudio de la calidad de la energía en sistemas eléctricos industriales.



M.C. Ramiro Hernández Corona

Es Maestro en Ciencias por la Universidad de Salford (UK). Investigador de la Gerencia de Transmisión y Distribución desde 1991. Sus actividades se concentran en el cálculo de campos electromagnéticos y en la evaluación, diagnóstico y análisis del comportamiento del aislamiento externo bajo condiciones de contaminación en líneas de transmisión y redes de distribución. Actualmente, es el Encargado del Laboratorio Eléctrico de la Gerencia de Transmisión y Distribución. Es miembro de la Red Temática de Intemperismo de Materiales Plásticos de CONACYT. Ha sido autor en más de 45 publicaciones internacionales.



Dr. Rafael Castellanos Bustamante

Ingeniero eléctrico por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Recibió el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica del Instituto



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

Politécnico Nacional de México y el grado de Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Actualmente es encargado de atender los asuntos de la Gerencia de Transmisión y Distribución de la División de Sistemas Eléctricos del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. Sus principales áreas de interés son el diseño y análisis dinámico de sistemas eléctricos de potencia.