



Escuela Técnica de Ingeniería

IEEE
CREDENTIALING
PROGRAM

DISEÑO DE
SUBESTACIONES
DE ALTA Y EXTRA ALTA TENSIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN





SOBRE EL PROGRAMA

¿Sabías que uno de los desafíos más comunes en el diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión está relacionado con las limitaciones de espacio y ubicación?

Este es un hecho bien conocido en el campo de la ingeniería eléctrica, donde la confiabilidad, la flexibilidad y la seguridad son factores cruciales en el diseño de subestaciones, ya sean de generación, transmisión o distribución.

El diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión es una tarea compleja que requiere un profundo conocimiento, experiencia y atención a los detalles. El incumplimiento de las normativas y estándares aplicables, la falta de consideración de los requisitos del sistema eléctrico, el uso de equipos y materiales inadecuados, o la omisión de los estudios necesarios pueden provocar problemas graves, como daños a los equipos, lesiones a las personas o interrupciones del suministro de energía.

Conscientes de esta necesidad, Inel ha diseñado meticulosamente un programa para formar especialistas competentes en Diseño de subestaciones. ¡Inscríbete ahora y potencia tu crecimiento profesional en esta apasionante área!

No existen requisitos para llevar este programa, aunque se recomienda conocimiento básico de ingeniería de subestaciones.



INICIO

17 de julio



HORARIO

Miércoles y viernes:
19:00 - 21:10
(UTC - 05:00)



DURACIÓN

50 horas
cronológicas



MODALIDAD
100% Online
Síncrona

PROPUESTA DE VALOR





Al culminar el programa el alumno será capaz de:



OBJETIVOS



1 Dominar conceptos fundamentales del diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



2 Aplicar normativas y estándares internacionales en todos los aspectos del diseño



3 Desarrollar habilidades para planificación, cálculos y selección óptima de equipos y materiales



4 Analizar y diseñar sistemas de puesta a tierra y servicios auxiliares confiables



5 Desarrollar habilidades técnicas para cálculos, selección de equipos y disposición física óptima



6 Capacitar en aplicación de normativas internacionales para garantizar diseños confiables y seguros



A QUIÉN VA DIRIGIDO



El programa está dirigido a los siguientes profesionales:



Ingenieros de diseño de subestaciones, ingenieros de diseño eléctrico en posiciones senior y junior con responsabilidad de realizar y coordinar los diseños de ingeniería de su empresa.



Consultores independientes, ingenieros de proyectos, ingenieros de líneas de transmisión.



Perfiles técnicos que buscan conocer sobre diseño de subestaciones.



ESTRUCTURA CURRICULAR

Módulo I: Introducción al diseño de subestaciones (2 horas cronológicas)

Comprender los conceptos fundamentales del diseño de subestaciones

Sesión 1

- Introducción y generalidades
- Definiciones
- Tensiones nominales, asignadas y de servicio
- Introducción al planeamiento de subestaciones
 - *Generalidades*
 - *Requerimiento del sistema*
 - *Selección de la ubicación*
- Tipos de subestaciones
- Parámetros de diseño
- Procedimiento general del diseño de subestaciones
- Herramientas para diseño de subestaciones

Módulo II: Selección del esquema de barra colectora (4 horas cronológicas)

Aprender a seleccionar el esquema de barra colectora de la subestación

Sesión 2

- Principales requerimientos
- Configuraciones de conexiones de barras
- Configuraciones de interruptores
- Información requerida para la selección de la configuración
- Aspectos a considerar en la selección de la configuración
 - *Normativa, códigos e historia*
 - *Contexto dentro del sistema de potencia*
 - *Tipos de subestaciones*
 - *Configuraciones*
 - *Facilidad de extensión y modulación*

Sesión 3

- Aspectos a considerar en la selección de la configuración
 - *Área disponible*
 - *Tendencias actuales*
- Proceso para la selección de la configuración
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - *Selección de esquema de barra*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección de esquema de barra*

Módulo III: Coordinación de Aislamiento (6 horas cronológicas)

Aplicar la coordinación de aislamiento según normativas para garantizar protección contra sobretensiones

Sesión 4

- Introducción y generalidades
- Normativas y estándares internacionales
 - IEC 60071-1:2019
 - IEC 60071-2:2018
 - Otras normativas
- Sobretensiones
 - Sobretensiones atmosféricas
 - Sobretensiones de maniobra
 - Sobretensiones temporales
 - Sobretensiones de frente muy rápido VFTO
- Niveles de aislamiento normalizados
- Características de los dispositivos de protección de sobretensiones
- Procedimiento de coordinación de aislamiento (Norma IEC 60071-1)
 - Panorama general del procedimiento
 - Determinación de tensiones y sobretensiones representativas (U_{rp})
 - Determinación de tensiones soportadas de coordinación (U_{cw})
 - Determinación tensiones soportadas requeridas (U_{rw})
 - Determinación de tensiones soportadas (U_w)
 - Selección del nivel de aislamiento

Sesión 5

- Aplicación en proyecto real 1 de subestación en el rango I - Tensión nominal de 220 kV
 - Estudio de coordinación de aislamiento
- Aplicación en proyecto real 2 de subestación en el rango II - Tensión nominal de 500 kV
 - Estudio de coordinación de aislamiento

Sesión 6

- Distancias mínimas en aire para partes vivas
- Distancias eléctricas de seguridad

- Distancias de dimensionamiento de patios de conexiones
- Distancias de seguridad para instalación de transformadores
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - Determinación de distancias mínimas en el aire y distancias de seguridad
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 500 kV
 - Determinación de distancias mínimas en el aire y distancias de seguridad

Módulo IV: Apantallamiento de subestaciones (4 horas cronológicas)

Diseñar sistemas eficaces de apantallamiento contra descargas atmosféricas utilizando métodos estandarizados

Sesión 7

- Introducción y generalidades
- Definiciones
- Normativa y estándares internacionales
- Conceptos fundamentales
- Métodos de diseño
- Riesgo de falla del apantallamiento

Sesión 8

- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - Memoria de cálculo de apantallamiento de subestaciones

Módulo V: Disposición física de subestaciones (6 horas cronológicas)

Determinar la disposición física idónea considerando factores constructivos y operativos clave

Sesión 9

- Introducción y generalidades
- Selección de la disposición física
 - *Configuración de barra*
 - *Equipos*
 - *Tipo de barraje*
 - *Tipos de conexión*
 - *Distancias mínimas y de seguridad*
 - *Área disponible, accesos y orientación de líneas*

Sesión 10

- Formas constructivas de disposición física
 - *Disposiciones físicas*
 - *Modulación*
 - *Localización del TC*
 - *Campos de transformación*
 - *Campos de acople o transferencia*
- Subestaciones compactas
- Subestaciones híbridas compactas
- Subestaciones móviles

Sesión 11

- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - *Selección de la disposición física*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección de la disposición física*

Módulo VI: Selección y diseño de transformadores de potencia (4 horas cronológicas)

Seleccionar y diseñar transformadores de potencia conformes a especificaciones técnicas y normativas

Sesión 12

- Introducción y generalidades
- Normativas y estándares internacionales
- Especificaciones técnicas
 - *Tipo de transformador*
 - *Potencia de cada devanado*
 - *Tensión nominal*
 - *Regulación de tensión*
 - *Impedancia de cortocircuito*
 - *Sistema de puesta a tierra*
 - *Sistema de refrigeración*
 - *Configuración de los devanados y grupo de conexión*
 - *Tensión y potencia del devanado terciario*
 - *Aislamiento*
 - *Pérdidas y eficiencia*
 - *Nivel de ruido*
 - *Incremento de temperatura*
 - *Cambiador de tomas*
 - *Distancias mínimas*
 - *Distancias de fuga*

Sesión 13

- Distancias de fuga
- Aspectos constructivos
- Verificación sísmica
- Sistemas contra incendios
- Pruebas
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
- Selección y diseño del transformador de potencia
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección y diseño del transformador de potencia*

Módulo VII: Selección de equipos de patio (8 horas cronológicas)

Especificar los equipos de patio adecuados según capacidad y requerimientos funcionales

Sesión 14

- Introducción y generalidades
- Definiciones
- Selección y diseño de interruptores de potencia
 - *Introducción y generalidades*
 - *Normativas y estándares internacionales*
 - *Tipos de interruptores*
 - *Especificaciones técnicas*
 - *Pruebas*
 - *Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV*
 - *Selección y diseño del interruptor de potencia*

Sesión 15

- Selección y diseño del seccionador
 - *Introducción y generalidades*
 - *Normativas y estándares internacionales*
 - *Tipos de seccionadores*
 - *Especificaciones técnicas*
 - *Pruebas*
 - *Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV*
 - *Selección y diseño del seccionador de potencia*
- Selección y diseño del transformador de tensión
 - *Introducción y generalidades*
 - *Normativas y estándares internacionales*
 - *Clasificación de transformadores de tensión*
 - *Especificaciones técnicas*
 - *Ferromagnetismo en transformadores de tensión*
 - *Pruebas*
 - *Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV*
 - *Selección y diseño del transformador de tensión*

Sesión 16

- Retroalimentación

Sesión 17

- Selección y diseño de transformadores de corriente
 - *Introducción y generalidades*
 - *Normativas y estándares internacionales*
 - *Clasificación de transformadores de corriente*
 - *Especificaciones técnicas*
 - *Saturación de transformadores de corriente*
 - *Pruebas*
 - *Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV*
 - *Selección y diseño del transformador de corriente*

Sesión 18

- Selección y diseño de descargadores de sobretensión
 - *Introducción y generalidades*
 - *Normativas y estándares internacionales*
 - *Tipos de descargadores de sobretensión*
 - *Selección de descargadores de sobretensión*
 - *Especificaciones técnicas*
 - *Pruebas*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección y diseño del descargador de sobretensión*

Módulo VIII: Selección y diseño de conductores de barras y conectores (4 horas cronológicas)

Calcular y seleccionar conductores de barras y conectores que cumplan premisas eléctricas y mecánicas

Sesión 19

- Introducción
- Tipos de conductores
- Conductores de bahía y de barra
- Tipos de barras según el esquema eléctrico
 - *Barras rígidas*
 - *Barras flexibles*
 - *Barras encapsuladas*

- Premisas de diseño
- Selección del tipo de barras
- Cálculos eléctricos de las barras
 - *Capacidad portadora de corriente*
 - *Espaciamiento entre subconductores de un haz*

Sesión 20

- Cálculos mecánicos de las barras
 - *Cálculo de esfuerzos mecánicos en barrajes*
 - *Efectos de cortocircuito en el sistema de barras flexibles y barras rígidas*
- Conexiones entre equipos
- Selección de conectores
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - *Selección y diseño de conductores de barra y conectores*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección y diseño de conductores de barra y conectores*

Módulo IX: Diseño de la malla a tierra (4 horas cronológicas)

Diseñar mallas de puesta a tierra seguras y confiables mediante métodos estandarizados

Sesión 21

- Introducción
- Normativas y estándares internacionales
 - *IEEE Std 80-2013*
 - *IEEE Std 81-2012*
 - *Otras normativas*
- Objetivo de la malla puesta a tierra
- Seguridad de la puesta a tierra de subestaciones
 - *Tensiones tolerables de diseño*
- Criterios de diseño
- Selección del conductor y de las uniones
- Evaluación de la resistencia de tierra
- Determinación de la corriente máxima de la malla

- Diseño del sistema de puesta a tierra
- Métodos para reducir la resistencia de puesta a tierra

Sesión 22

- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV

Módulo X: Diseño de servicios auxiliares (4 horas cronológicas)

Desarrollar el sistema de servicios auxiliares considerando normativas y configuraciones óptimas

Sesión 23

- Introducción
- Normativas y estándares internacionales
- Equipos del sistema de servicios auxiliares
- Niveles y límites de tensión
- Fuentes de alimentación
- Diseño del sistema de servicios auxiliares

Sesión 24

- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV

Sesión 25

- Retroalimentación final



INSTRUCTORES



Celestino Rodriguez

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



Ingeniero Electricista de la Universidad de Oriente, Venezuela.



Más de 30 años de experiencia en la gerencia y supervisión de proyectos eléctricos en empresas del sector energético como PDVSA y diversas consultoras de ingeniería.



Manejo avanzado de herramientas de trabajo como Microsoft Project, Primavera Project Planner, AutoCAD. Experiencia en proyectos de automatización de subestaciones eléctricas bajo el estándar IEC 61850



Investigador y desarrollador de estudios avanzados en confiabilidad y mantenimiento de sistemas eléctricos. Instructor en INEL – Escuela Técnica de Ingeniería.



Nicolás García

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



Ingeniero Eléctrico con estudios en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Colombia



Más de 8 años de experiencia en subestaciones eléctricas de alta, media y baja tensión, así como en proyectos de generación y distribución de energía.



Manejo de los softwares DigSILENT PowerFactory, ATP-EMTP, AutoCAD, y otras herramientas de simulación y análisis eléctrico.



Actualmente, es parte del equipo de Inel – Escuela Técnica de Ingeniería, participando como instructor con un enfoque en diseño de líneas en distribución subterráneas y en subestaciones en alta y extra alta tensión.



Cristian Martinez

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



Ingeniero Eléctrico con una Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Norte y pregrado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de la Costa, Colombia.



Más de 7 años de experiencia en el sector de transmisión de energía, especializado en subestaciones electricas, lineas de transmision y transitorios electromagnéticos.



Manejo de los softwares: CYMCAP, CYMGrd, PLS-CADD, EMTP, ATPDraw, Power Factory, QGIS, ArcGIS, AutoCAD, Office, PLSCAD.



Actualmente, es parte del equipo de Inel – Escuela Técnica de Ingeniería, participando como instructor con un enfoque en diseño de líneas en distribución subterráneas y en subestaciones en alta y extra alta tensión



NOTA: INEL se reserva el derecho de modificar la plana docente, por motivos de fuerza mayor o por disponibilidad del expositor, garantizando que la calidad del programa no se vea afectada.



El participante estará acompañado a lo largo de todo el programa por los docentes y personal de soporte quienes resolverán todas sus dudas y consultas.

MODALIDAD ONLINE

Síncrona o en tiempo real



Metodología

Teórico / Práctico



Aula virtual

Sesiones grabadas y recursos adicionales



Proyecto final con asesoría de los instructor (es)



Certificación

por 50 hrs. cronológicas
válida a nivel internacional

REQUISITOS



Internet con una velocidad mínima de 8 Mbps de descarga y 4 Mbps de subida. Audífono y micrófono operativos.



Audífono y micrófono operativos



Uso de cámara web y pantalla doble opcional, pero recomendado.

METODOLOGÍA Y REQUISITOS



Al finalizar exitosamente el programa de especialización, el alumno recibirá doble certificación, uno por parte de Inel - Escuela Técnica de ingeniería y otro por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Requisitos para acceder a la doble certificación:

- Asistencia mínima del 70% a las clases en vivo.
- Nota final de 14 a más.
- Presentación del proyecto final.



DOBLE CERTIFICACIÓN



Certificación válida a nivel internacional que acredita 50 horas cronológicas



IEEE proporcionará un certificado PDH/CEU para este curso. IEEE otorga 5 CEU's

INVERSIÓN

Inversión
en Perú

S/

4,390

Inversión
extranjero

US\$

1,190

Aplican descuentos por pago al contado

FINANCIAMIENTO EN PARTES

SIN DESCUENTO

Nota: Consultar por opciones adicionales de financiamiento.

CONTACTO

Ejecutiva
comercial:

Angge Duran



anggeduran@inelinc.com



Teléfono: +51 928 057 880

INSCRIPCIÓN

1

Enviar el comprobante de pago a inel@inelinc.com al realizar el pago.

2

Ingresar sus datos personales y de facturación a https://bit.ly/INEL_Inscripción_PE_EI_14_24_1

3

Recibirá las instrucciones para el acceso al aula virtual, el contenido del programa estará disponible el día de inicio.

CAPACITACIÓN CORPORATIVA

Mantener a los mejores talentos comprometidos es clave para garantizar que no renuncien o se vayan a un competidor. La razón #1 por la que los empleados dejan las empresas es la falta de desarrollo profesional.

Por ello, en Inel estamos comprometidos con las empresas. Por eso, somos sus socios estratégicos a largo plazo en la formación continua de profesionales, exigida por el contexto actual.

BENEFICIOS



Modalidad online
sincrónica,
asincrónica o inhouse.



**Aumento de la
productividad,**
eficiencia y calidad del
trabajo.



**Capacitación
personalizada**
conforme a los
requerimientos
de la organización.



**Incrementa la
rentabilidad** y
apertura nuevas líneas
de negocio



Mejora y retén el talento
de tu empresa

CONTACTO

**Ejecutivo
comercial:**

Annel Pillaca



 annelpillaca@inelinc.com

 **Teléfono: +51 978 421 697**



Inel

Escuela Técnica de Ingeniería

