



Escuela Técnica de Ingeniería



# 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



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



Aplicar normativas y estándares internacionales en todos los aspectos del diseño



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



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



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



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



## Marcelo Meza

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



**Ingeniero Electricista de la Universidad Industrial de Santander**, especializado en Gerencia de Proyectos por la CEIPA Business School y Magíster en Regulación Energética por la Universidad Externado de Colombia.



**Amplia experiencia en el diseño y gestión de proyectos** relacionados con subestaciones de alta y extra alta tensión.



**Manejo avanzado en software de diseño y simulación** como AutoCAD y técnicas de gestión de proyectos.



**Actualmente, es parte del equipo de Inel** – Escuela Técnica de Ingeniería, participando como instructor con un enfoque en el diseño de subestaciones eléctricas.



## Nicolás García

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



**Doctor en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Nacional de San Juan, Argentina.** Ingeniero Eléctrico por la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, con un diplomado en Análisis y Visualización de Datos por la Universidad de Cataluña.



**Más de 15 años de experiencia** en el sector eléctrico, especializado en sistemas de monitoreo, control y protección.



**Dominio de DigSILENT PowerFactory, NEPLAN, EMTP-RV, HYPERSim, MATLAB y Python.** Experto en programación y simulación digital en tiempo real.



**Participación en la implementación de sistemas WAMPAC y WAMS en Ecuador**, y estudios de estabilidad transitoria con mediciones sincrofasoriales.



## 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 eléctricas, líneas de transmisión y transitorios electromagnéticos.



**Manejo de los softwares:** CYMPCAP, 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](mailto:anggeduran@inelinc.com)

 Teléfono: +51 928 057 880

## INSCRIPCIÓN

1

Enviar el comprobante de pago a [inel@inelinc.com](mailto: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](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](mailto:annelpillaca@inelinc.com)

 **Teléfono: +51 978 421 697**





Inel

Escuela Técnica de Ingeniería

