



DISEÑO DE
SUBESTACIONES
DE ALTA Y EXTRA ALTA TENSIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN





SOBRE EL PROGRAMA

¿Te has preguntado qué tan crucial es el diseño de subestaciones para garantizar un suministro eléctrico confiable y eficiente en sistemas de alta y extra alta tensión?

Es un componente esencial para la estabilidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos modernos. Estas instalaciones desempeñan un papel fundamental en la generación, transmisión y distribución de la energía, asegurando que esta llegue de manera segura y eficiente a su destino final, incluso bajo las condiciones más exigentes.

El diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión es una tarea que demanda un profundo entendimiento técnico, manejo de herramientas avanzadas y atención rigurosa a las normativas aplicables. La falta de análisis adecuado, el uso de materiales no certificados o la omisión de estudios críticos pueden resultar en sobrecostos, interrupciones del servicio o incluso en riesgos de seguridad para las personas.

Conscientes de esta realidad, este programa ofrece una formación integral en Diseño de Subestaciones, combinando teoría avanzada con prácticas aplicadas. Los participantes desarrollarán las competencias necesarias para enfrentar los retos técnicos y estratégicos de esta especialidad, contribuyendo al desarrollo de sistemas eléctricos más confiables y sostenibles.

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

Se utilizará los softwares CYMGRID, IPI2WIN, AutoCAD. El alumno debe de ingresar con licencia propia. Inel compartirá un manual de descarga de versión demo.



INICIO

27 de marzo



HORARIO

Martes y jueves:
19:00 - 21:10
(UTC - 05:00)



DURACIÓN

50 horas
cronológicas



MODALIDAD

100% Online
Síncrona

PROPUESTA DE VALOR





Al culminar el programa el alumno estará capacitado en:



OBJETIVOS



A QUIÉN VA DIRIGIDO



El programa de especialización 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
 - *Consideraciones en la selección de la configuración*
 - *Flexibilidad, Confiabilidad y Seguridad*
 - *Tipo de Subestación*
 - *Configuración, facilidades de extensión y modulación*
 - *Simplicidad del Control y Protecciones*
 - *Facilidad en el mantenimiento*
 - *Área Disponible*
 - *Costos*
- Configuraciones de conexiones de barras
 - *Confiabilidad y Continuidad del Servicio*
 - *Conexiones a barra con seccionadores*
 - *Conexiones a barra con seccionadores*
 - *Tipos de arreglo de barras (Esquemas)*
- Configuraciones de interruptores
- Información requerida para la selección de la configuración
 - *Dimensión del Proyecto*
 - *Alcance del Proyecto*

Sesión 3

- Aspectos a considerar en la selección de la configuración [1]
 - *Evaluación de la Tecnología*
 - *Selección del Sitio*
 - *Recomendaciones Técnicas*
- Proceso para la selección de la configuración [2]
 - *Evaluación de Tecnología*
 - *Evaluación del Sitio*
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV [3]
 - *Selección de esquema de barra*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV [3]
 - *Selección del Sitio*

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 soportados 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*

Sesión 6

- Aplicación en proyecto real 2 de subestación en el rango II – Tensión nominal de 500 kV
 - *Estudio de coordinación de aislamiento*

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
 - *Método del Angulo Fijo*
 - *Método de la Esfera Rodante*

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
 - *Arreglos de Barra*

- Orientación de líneas
- Área disponible y secciones internas
- Disposición de barra colectora
- Disposición de Equipos
- Tipo de barraje
- Tipos de conexión

Sesión 10

- Formas constructivas de disposición física
 - Distancias mínimas de aire y distancias de seguridad
 - Disposiciones físicas
 - Localización de transformadores de corriente
 - 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 (Cambiador de Tomas)
 - 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
- Distancias mínimas
- Distancias de fuga

Sesión 13

- 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

Sesión 14

- Retroalimentación parcial

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

Especificar los equipos de patio adecuados según capacidad y requerimientos funcionales

Sesión 15

- 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 [4]
 - Selección y diseño del interruptor de potencia

Sesión 16

- 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*
 - *Ferromagnética en transformadores de tensión*
 - *Pruebas*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Selección y diseño del transformador de tensión*

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
 - *Identificación de bahías y barras*
 - *Bahía rígida – Barra Rígida*
 - *Bahía Flexible – Barra Rígida*
 - *Bahía Flexible – Barra Flexible*
- 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 sub conductores de un haz*

Sesión 20

- Cálculos mecánicos de las barras
 - *Cargas a considerar en el diseño*
 - *Verificación del vano máximo admisible*
- Conexiones entre equipos
- Selección de conectores
- Aplicación en proyecto real 1 – Subestación en 220 kV
 - *Diseño de bus barra rígido*
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación en 500 kV
 - *Diseño de bus barra flexible*

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 Rodríguez

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



Ingeniero electricista por la Universidad de Oriente, con más de 30 años de experiencia en gerencia de Proyectos Mayores.



Especialista en proyectos multidisciplinarios, Supervisión, Planificación, Construcción y Administración.



Amplio conocimiento en el uso de software como Autocad, Microsoft Excel y Ms Project herramientas esenciales para el diseño y la gestión de proyectos de infraestructura eléctrica.



Actualmente instructor de Inel - Escuela Técnica de Ingeniería y Gerente de Proyectos y Servicios Eléctricos en PDVSA.



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

Práctico / Teórico



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 5.0 CEU's

INVERSIÓN

Inversión
extranjero

US\$

1,220

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_Matricula_PE_EI_09_25_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**



inrel



• EIN: 36 - 5113040 | 7345 W SAND LAKE RD, STE 210 OFFICE
4487 ORLANDO, FL 32819 US