



PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN





SOBRE EL PROGRAMA

¿Sabías que la protección de los sistemas eléctricos de potencia es tanto una ciencia como un arte?

Según Lewis Blackburn la protección es la ciencia, habilidad y arte de aplicar y configurar relés, para proporcionar la máxima sensibilidad a fallas y condiciones indeseables, pero evitar su operación bajo todas las condiciones permisibles o tolerables.

Aprender esta disciplina es crucial para mantener la estabilidad de la red, garantizar la seguridad, prevenir daños en equipos, mejorar la eficiencia operativa, cumplir normativas y responder a condiciones anormales.

Conscientes de esta necesidad, Inel ha creado meticulosamente un programa para formar especialistas competentes en Protección de sistemas eléctricos de potencia. ¡Inscríbete ahora y potencia tu crecimiento profesional en esta apasionante área!

No existen requisitos para llevar este programa, aunque se recomienda conocimiento básico de sistemas de potencia.

Se utilizará el software PowerFactory versión 2021. Inel cuenta con una licencia para los instructores, el alumno debe ingresar con licencia propia.



INICIO

12 de febrero



HORARIO

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



DURACIÓN

50 horas
cronológicas



MODALIDAD

100% Online
Síncrona

PROPUESTA DE VALOR

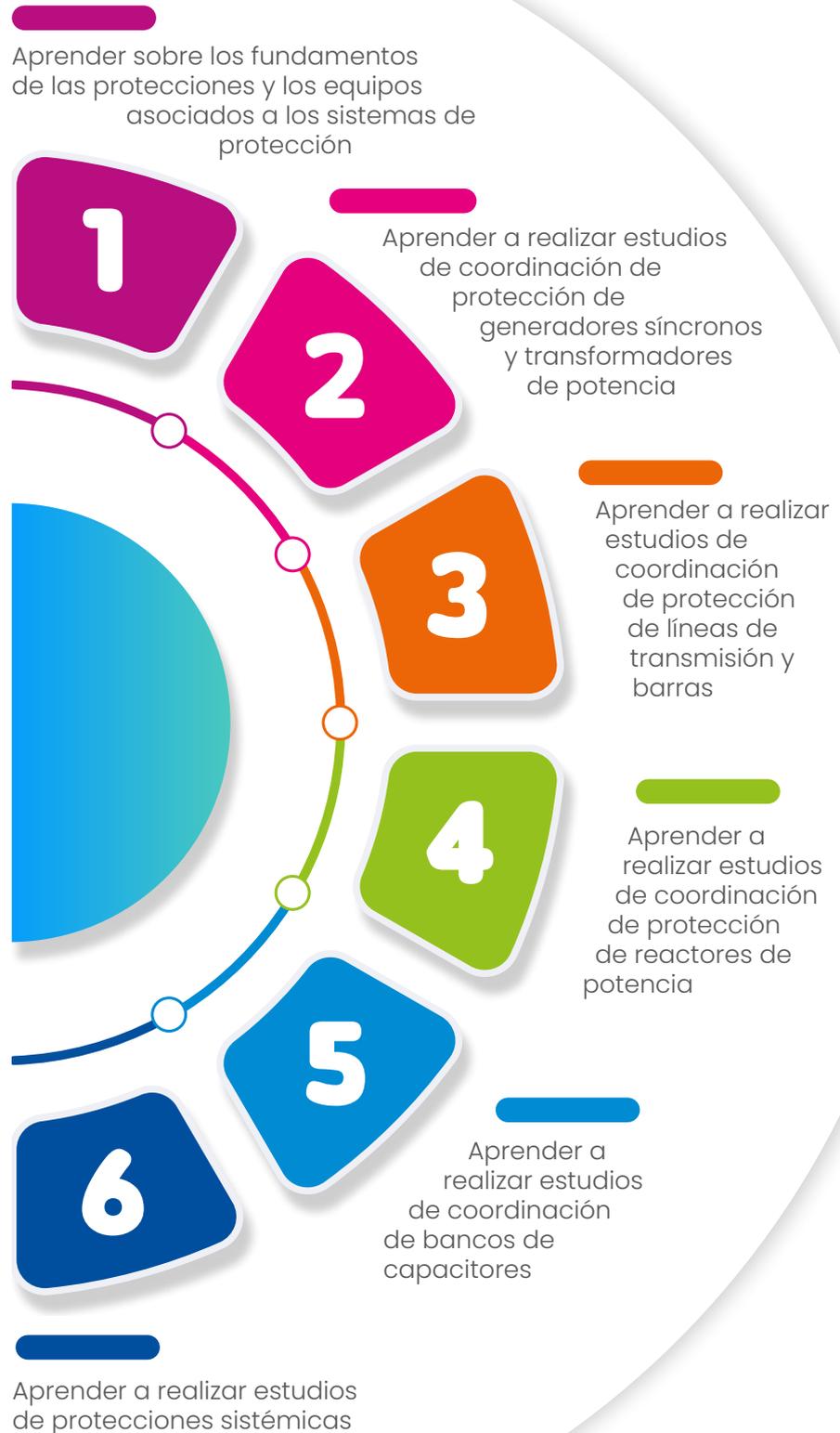




Al culminar el programa el alumno estará capacitado en:



OBJETIVOS



A QUIÉN VA DIRIGIDO



El programa de especialización está dirigido a los siguientes profesionales:



Ingenieros de protecciones, ingenieros de estudios en posiciones senior y junior con responsabilidad de realizar, coordinar y revisar los estudios de protecciones de su empresa.



Consultores independientes, ingenieros de operación, ingenieros de mantenimiento, ingenieros de proyectos.



Perfiles técnicos que desean ser especialistas en protección de sistemas eléctricos de potencia.



ESTRUCTURA CURRICULAR

Módulo I: Fundamentos de Protecciones (2 horas cronológicas)

Aprender los fundamentos de protecciones de sistemas eléctricos de potencia

Sesión 1

- Introducción y generalidades
- Objetivos de un sistema de protección
- Zonas de protección
- Tipos de relés de protección
- Nomenclatura y códigos ANSI e IEC
- Aplicaciones en sistemas de potencia
- Aplicación en proyecto real 1 – Central Hidroeléctrica de 456 MW EN 220 kV
 - *Definir las zonas de protección en PowerFactory*

Módulo II: Equipos asociados al sistema de protección (2 horas cronológicas)

Aprender sobre los equipos asociados al sistema de protección

Sesión 2

- Simbología de dispositivos de acuerdo ANSI e IEC
- Interruptores de potencia
- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión
- Enlaces de comunicaciones
- Fuentes de alimentación auxiliar
- Cableados de control
- Aplicación en proyecto real 2 – Subestación de 260 MVA en 220 kV
 - *Modelamiento de transformadores de instrumentación en PowerFactory*

Módulo III: Protección de transformadores de potencia (8 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de transformadores de potencia

Sesión 3

- Fundamentos técnicos
 - *Clasificación de transformadores de potencia*
 - *Características técnicas de los transformadores*
 - *Fallas de internas en transformadores de potencia*

- *Fallas de externas en transformadores de potencia*
- *Energización de transformadores (corriente inrush)*
- *Sobreexcitación en transformadores de potencia*
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Protección de sobrecorriente de fase y tierra (50/51, 50N/51N, 50G/51G)

Sesión 4

- Protección diferencial de transformadores 87T y 87REF
- Protección de secuencia negativa (46)
- Protección contra sobreexcitación (24)
- Protección contra sobrecarga (49)
- Protección mecánica de transformadores
 - *Relé de acumulación de gas*
 - *Relé detector de gas*
 - *Relé de presión*
- Protecciones 27/59, 81 U/O, 50BF

Sesión 5

- Desarrollo de un estudio de protección de transformadores de potencia
 - *Flujograma del proceso*
 - *Objetivos de estudio*
 - *Metodología y criterios*
 - *Data e información requerida*
 - *Recopilación de la información*
 - *Modelamiento*
 - *Validación del modelo*
 - *Resultados y reportes*
 - *Redacción del informe*
- Aplicación en proyecto real 3 – Transformador de 12,5 MVA en 138 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones – parte 1*

Sesión 6

- Aplicación en proyecto real 3 – Transformador de 12,5 MVA en 138 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones – parte 2*
- Aplicación en proyecto real 4 – Transformador de 45 MVA en 60 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones*

Módulo IV: Protección de líneas de transmisión (10 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de líneas de transmisión

Sesión 7

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección

Sesión 8

- Protección de distancia de fases y tierra (21, 21N)
- Protección diferencial de línea (87L)

Sesión 9

- Protección de sobrecorriente direccional de tierra (67N)
- Protección de oscilación de potencia (68)
- Protección de recierre (79)
- Cierre sobre falla (SOTF)
- Protecciones 74, 59/27, 25, 78, LF, PMU, RF, DP, 85, STUB
- Esquemas de teleprotección
- Protección de líneas con compensación serie
- Desarrollo de un estudio de protección de líneas de transmisión
 - *Flujograma del proceso*
 - *Objetivos del estudio*
 - *Metodología y criterios*
 - *Data e información requerida*
 - *Recopilación de la información*
 - *Modelamiento*
 - *Validación del modelo*
 - *Resultados y reportes*
 - *Redacción del informe*

Sesión 10

- Aplicación en proyecto real 5 – Línea de transmisión de 220 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones*

Sesión 11

- Aplicación en proyecto real 6 – Línea de transmisión de 500 kV con compensación serie
 - Estudio de coordinación de protecciones

Módulo V: Protección de barras (4 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de protección de barras

Sesión 12

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Protección diferencial de barras 87B
- Protección falla de interruptor (50BF)
- Protección de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
- Desarrollo de un estudio de protección de barras
 - Flujograma del proceso
 - Objetivos del estudio
 - Metodología y criterios
 - Data e información requerida
 - Recopilación de la información
 - Modelamiento
 - Validación del modelo
 - Resultados y reportes
 - Redacción del informe

Sesión 13

- Aplicación en proyecto real 7 – Subestación barra simple en 220 kV [10]
 - Estudio de protecciones de barra
- Aplicación en proyecto real 8 – Subestación de interruptor y medio en 220 kV [11]
 - Estudio de protecciones de barra

Módulo VI: Protección de generadores síncronos (12 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de generadores síncronos

Sesión 14

- Fundamentos técnicos
 - Máquina síncrona
 - Principio de funcionamiento
 - Características del generador
 - Corriente de cortocircuito del generador
 - Puesta a tierra de generadores
- Normativas y estándares internacionales
 - IEEE C37.101-2006
 - IEEE C37.102-2006
 - IEEE C37.106-2006
 - Normativas complementarias (IEEE, IEC, NERC)
- Descripción esquemas de protección

Sesión 15

- Protección diferencial del generador 87G
- Protección de respaldo (51V,21)
- Protección de falla a tierra (64G, 64F)
- Protección de secuencia negativa (46)
- Protección del devanado de campo
- Protección de sobre excitación (24)
- Protección contra pérdida de sincronismo (78)
- Protección contra pérdida de excitación (40)
- Protección de potencia inversa (32)

Sesión 16

- Retroalimentación parcial del Proyecto Final

Sesión 17

- Protección 27/59, 81 U/O, 59N, 50BF, 49, 67, 25
- Desarrollo de un estudio de protección de generadores síncronos
 - Flujograma del proceso
 - Objetivos del estudio
 - Metodología y criterios

- *Data e información requerida*
- *Recopilación de la información*
- *Modelamiento*
- *Validación del modelo*
- *Resultados y reportes*
- *Redacción del informe*
- Aplicación en proyecto real 9 – Central hidroeléctrica de 65 MVA en 220 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones de generador – parte 1*

Sesión 18

- Aplicación en proyecto real 9 – Central hidroeléctrica de 65 MVA en 220 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones de generador – parte 2*

Sesión 19

- Aplicación en proyecto real 10 – Central hidroeléctrica de 11 MVA en 60 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones*

Sesión 20

- Aplicación en proyecto real 11 – Central térmica de 232 MVA en 500 kV
 - *Estudio de coordinación de protecciones*

Módulo VII: Protección de reactores de potencia (2 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de protección de reactores de potencia

Sesión 21

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Criterios para el ajuste de protección
- Protección diferencial del reactor 87B
- Protección de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
- Protecciones 49, 27/59, 67N, 59, 63
- Desarrollo de un estudio de protección de reactores de potencia
 - *Flujograma del proceso*
 - *Objetivos del estudio*
 - *Metodología y criterios*

- *Data e información requerida*
- *Recopilación de la información*
- *Modelamiento*
- *Validación del modelo*
- *Resultados y reportes*
- *Redacción del informe*

- Aplicación en proyecto real 12 – Reactor de 30 MVA en 220 kV
- Estudio de protecciones de reactor

Módulo VIII: Protección de banco de capacitores (2 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de protección de banco de capacitores

Sesión 22

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Criterios para el ajuste y coordinación de protección
- Protecciones 50/51, 51N, 27, 59, 59N
- Desarrollo de un estudio de protección de banco de capacitores
 - *Flujograma del proceso*
 - *Objetivos del estudio*
 - *Metodología y criterios*
 - *Data e información requerida*
 - *Recopilación de la información*
 - *Modelamiento*
 - *Validación del modelo*
 - *Resultados y reportes*
 - *Redacción del informe*
- Aplicación en proyecto real 13 – Banco de condensadores de 3 MVA en 220 kV
 - *Estudio de protecciones de capacitor*

Módulo IX: Protecciones sistémicas (4 horas cronológicas)

Aprender a realizar estudios de protecciones sistémicas

Sesión 23

- Esquemas de protección para la integridad del sistema

- Esquema de rechazo/desconexión de carga por mínima frecuencia
- Esquema de rechazo/desconexión de carga por mínima tensión
- Esquema de desconexión de generación
- Esquema de bloqueo de oscilación de potencia y disparo por pérdida de sincronismo
- Esquema de protección contra sobretensiones
- Desarrollo de un estudio de protecciones sistémicas
 - *Flujograma del proceso*
 - *Objetivos del estudio*
 - *Metodología y criterios*
 - *Data e información requerida*
 - *Recopilación de la información*
 - *Modelamiento*
 - *Validación del modelo*
 - *Resultados y reportes*
 - *Redacción del informe*

Sesión 24

- Aplicación en proyecto real 14 – Estudio de rechazo automático de carga/generación del SEIN – año 2024

Sesión 25

- Retroalimentación final del Proyecto Final



INSTRUCTORES



Eleazar Sierra

Especialista en protecciones de sistemas eléctricos de potencia



Ingeniero electricista de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Perú con maestría en **Sistemas de Potencia** por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Perú.



Amplia experiencia liderando proyectos críticos relacionados con el mantenimiento de subestaciones y la investigación de eventos en sistemas eléctricos.



Más de 10 años de experiencia en el análisis, supervisión y mantenimiento de sistemas eléctricos de potencia, desempeñándose en roles clave del sistema eléctrico peruano.



Actualmente invitado como instructor de Inel - Escuela Técnica de Ingeniería y como Profesional Especialista en Análisis de Fallas en SEPs- COES.



Mauricio Sanabria

Especialista en protecciones de sistemas eléctricos de potencia



Ingeniero eléctrico de la Universidad de la Salle con MsC. en Ciencias en Ingeniería Electromagnética en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) CDMX, México.



Especialista en análisis de sistemas de potencia, protecciones eléctricas, mantenimiento del sistema eléctrico de potencia y en la elaboración de estudios de coordinación de protecciones.



Amplia experiencia y habilidades en gestión de proyectos, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos.



Actualmente instructor de Inel - Escuela Técnica de Ingeniería y como Profesional Experto en Mantenimiento de Protecciones AT en Enel Colombia.



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 CEU's/50 PDH's

INVERSIÓN

Inversión

US\$

1,210

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_05_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

**Ejecutiva
comercial:**

Annel Pillaca



 annelpillaca@inelinc.com

 **Teléfono: +51 978 421 697**



Inel



7345 W SAN LAKE RD, STE 210 OFFICE 4487 ORLANDO, FL 32819 US
(858) 477-1399 | EIN: 36 - 5113040