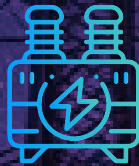




Escuela Técnica de Ingeniería



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN
OPERACIÓN EN
SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA

IEEE
CREDENTIALING
PROGRAM



SOBRE EL PROGRAMA

¿Sabías que una de las fallas más frecuentes en el ámbito de la ingeniería eléctrica es la incorrecta operación de un (SEP)?

Según el estudio realizado en el 2022 por la organización de Energía en Estados Unidos, una operación inadecuada de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) puede tener consecuencias graves. Estas pueden incluir interrupciones del suministro eléctrico, daños a equipos esenciales, pérdidas económicas significativas para empresas y hogares, e incluso, la pérdida de vidas humanas.

Por lo tanto, Inel se complace en presentar este programa cuidadosamente diseñado. La meta principal es dar formación precisa en la correcta operación de un sistema eléctrico para cada estudiante, utilizando los conocimientos más actualizados y las prácticas de ingeniería más eficaces.

Estamos convencidos de que este programa será una inversión estratégica que impulsa tu desarrollo profesional, equipándote con las habilidades necesarias para operar eficientemente los sistemas eléctricos de potencia. Este programa garantiza tu competitividad dentro de la creciente demanda global de estos profesionales.

No existen requisitos para llevar este programa, aunque se recomienda conocimiento de los conceptos básicos y fundamentos de sistemas eléctricos de potencia.



INICIO

14 de mayo



HORARIO

Martes: 19:00 - 21:10
Jueves: 19:00 - 21:10
(UTC - 05:00)



DURACIÓN

42 horas
cronológicas



MODALIDAD
100% Online
Síncrona

PROPUESTA DE VALOR





El **programa de especialización** sitúa a los alumnos en la posición de operar sistemas eléctricos de potencia, al aprobar el programa el alumno será capaz de:



OBJETIVOS



A QUIÉN VA DIRIGIDO



El programa de especialización está dirigido a las personas que desean convertirse en profesionales cualificados en la operación de sistemas eléctricos de potencia.



Ingenieros en posiciones senior y junior con responsabilidad de desempeñar un papel crucial para asegurar la adecuada operación en los sistemas eléctricos de potencia.

Ingenieros de proyectos eléctricos, ingenieros consultores en sistemas eléctricos, ingenieros especialistas en gestión de operación en sistemas de potencia, ingeniero de mantenimiento y operación en sistemas eléctricos.

Perfiles técnicos que buscan adquirir una visión global de las operaciones en sistemas de potencia.



ESTRUCTURA CURRICULAR

Módulo I: Introducción a la operación y supervisión de un SEP (2 horas cronológicas)

Aprenderás los fundamentos de la operación y supervisión de un sistema eléctrico de potencia.

Sesión 1

- Introducción y generalidades.
- Normativas internacionales y locales de referencia
- Objetivos de la operación
- Criterios técnicos de la operación
- Planeación de la operación
- Niveles de operación
- Estados operativos de un sistema eléctrico de potencia
 - Estado normal
 - Estado de alerta
 - Estado de emergencia
 - Estado extremo
 - Estado restaurativo
- Consciencia situacional de la operación
- Aplicación real: Sistema SCADA supervisando una red en tiempo real.

Módulo II: Control de la frecuencia en sistemas de potencia (4 horas cronológicas)

Aprenderás sobre el control de la frecuencia en un sistema eléctrico de potencia

Sesión 2

- Introducción y generalidades
 - Cargas de un sistema de potencia
 - Reguladores de velocidad y turbinas de centrales hidráulicas
 - Reguladores de velocidad y turbinas de centrales térmicas
 - Controladores de centrales de generación renovable
 - Control automático de generación
- Sistemas de control de frecuencia
 - Control primario de frecuencia
 - Control secundario de frecuencia
 - Control terciario de frecuencia
- Cuatro etapas ante un desbalance de carga-generación
 - Etapa I – Oscilación de los rotores
 - Etapa II – Caída de la frecuencia (inercia)
 - Etapa III – Control primario
 - Etapa IV – Control secundario

- Control primario de frecuencia – Etapa III
 - *La importancia de la reserva rotante*
 - *Esquemas de rechazo de carga/ generación por frecuencia*
- Control secundario de frecuencia – Etapa IV
 - *Caso de sistemas aislados*
 - *Caso de sistemas interconectados*

Sesión 3

- Casos de pérdida de estabilidad de frecuencia
- Plan de defensa ante problemas de inestabilidad de frecuencia
- Ejercicio ilustrativo en DigSILENT PowerFactory – Sistema de 4 áreas
 - *Desconexión de generación*
 - *Desconexión de área*
 - *Rechazo de carga*
 - *Variación de la inercia*
 - *Variación de la regulación primaria de frecuencia*
 - *Dependencia de la carga con la frecuencia*
- Aplicación real propuesta
 - *Casos reales de activación del esquema de rechazo automático de carga por mínima frecuencia (ERACMF)*
 - *Evaluación del desempeño del ERACMF*

Módulo III: Control de la tensión en sistemas de potencia (6 horas cronológicas)

Aprenderás sobre el control de la tensión en sistemas eléctricos de potencia

Sesión 4

- Generación y consumo de potencia reactiva
- Métodos de control de tensión
- Reactores shunt
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicación real de reactor shunt en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*
- Capacitores shunt y serie
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicaciones reales de capacitores shunt y serie en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*

- Condensadores síncronos
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicación real de condensador síncrono en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*
- SVC y STATCOM
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicaciones reales de SVC y STATCOM en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*

Sesión 5

- Sistemas flexibles – FACTS
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicaciones reales de FACTS en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*
- Regulador automático de tensión (AVR)
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicaciones reales de AVR en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*
- Transformadores con regulación bajo carga (OLTC)
 - *Principio de funcionamiento*
 - *Aplicaciones reales de OLTC en el sistema interconectado de Perú con DigSILENT*
- Conceptos básicos de estabilidad de tensión
 - *Características del sistema de transmisión*
 - *Características del generador*
 - *Características de la carga*
 - *Características de equipos de compensación reactiva*
- Colapso de tensión
- Análisis de estabilidad de tensión

Sesión 6

- Ejercicio ilustrativo en DigSILENT PowerFactory – Sistema de 4 áreas
 - *Simulación de curvas PV*
 - *Simulación de curvas QV*
- Casos de pérdida de estabilidad de tensión
- Medidas de prevención de colapso de tensión
- Aplicación real en operación: Caso real de pérdida de estabilidad de tensión en el SEIN.

Módulo IV: Monitoreo en tiempo real y estimación de estados (4 horas cronológicas)

Aprenderás a monitorear en tiempo real y realizar la estimación de estados

Sesión 7

- Función del operador en un sistema de monitoreo
- Proceso para el monitor de un sistema de potencia
- Tecnología para el monitoreo de un sistema de potencia
- Requisitos y técnicas de medición en sistemas de potencia
- ¿Por qué hacer estimación de estados?
- Métodos de estimación de estados
 - Método de los mínimos cuadrados
 - Método WLS

Sesión 8

- Algoritmo de la estimación de estados
- Desafíos en la medición (desde la empresa eléctrica)
- Desafíos en el análisis estadístico y datos (desde el operador)
- Identificación de datos erróneos
- Aplicación real en operación: Resultados del Estimador de Estado, sobre la base de datos de tiempo real de un sistema de potencia

Módulo V: Aspectos tecnológicos para la operación en tiempo real (6 horas cronológicas)

Aprenderás a monitorear en tiempo real y realizar la estimación de estados

Sesión 9

- Introducción y generalidades
- Sistemas SCADA/EMS
 - Funciones
 - Arquitectura en hardware y software
 - Protocolos de comunicación
 - Implementación de sistemas SCADA/EMS
- Introducción a los PMUs

Sesión 10

- Sistemas de automatización de subestaciones
 - Arquitectura en hardware y software
 - El estándar IEC 61850
 - Redes de comunicación para subestaciones
 - Conexión con el sistema SCADA/EMS
- Ciberseguridad en sistemas de potencia
 - Anatomía de un ciberataque
 - Estrategias de seguridad defensivas
 - Conceptos básicos de redes Ethernet
 - Seguridad de redes
 - Estándares y regulaciones
 - Criptografía
- Subestaciones digitales
 - Ventajas de subestaciones digitales
 - Componentes: IEDs, RTUs, SAS, etc
 - Funcionalidades
 - Implementación de subestaciones digitales

Sesión 11

- Tendencias en los centros de control
 - Factores que impulsan el cambio
 - IoT y sensores inteligentes
 - Inteligencia artificial y aprendizaje automático para toma de decisiones
 - Big data y análisis de datos
 - Realidad virtual y aumentada para la visualización y operación de sistemas
- Gemelos digitales/Twin digital
 - Elementos de un Twin Digital
 - Beneficios del Twin Digital
 - Aplicaciones del Twin digital
- Simuladores RTDS
- Aplicación real en operación: Funcionalidades y aplicaciones de un sistema SCADA/EMS.

Módulo VI: Sistemas de monitoreo de área amplia - WAMS (6 horas cronológicas)

Aprenderás sobre el sistema de área amplia en un sistema eléctrico

Sesión 12

- Introducción y generalidades

- Tecnología de medición sincrofasorial
 - *Definición de sincrofasor*
 - *Unidades de medición sincrofasorial (PMUs)*
 - *Método de cálculo de fasores y transformada discreta de Fourier.*
 - *Cálculo a partir de señales de tensión y corriente*
- Arquitectura del sistema WAMS

Sesión 13

- Descripción de componentes
- Sistema de comunicaciones WAMS
- Integración de sistemas SCADA/EMS Y WAMS
- Implementación de sistemas WAMS

Sesión 14

- Aplicaciones de sistemas WAMS
 - *Monitoreo y control en tiempo real*
 - *Estimación de estado del sistema*
 - *Análisis de eventos*
- Planificación de red
- Aplicaciones avanzadas de WAMS
 - *Pruebas de modelos dinámicos*
 - *Ajuste y pruebas de controladores*
- Aplicaciones de simulación digital en tiempo real

Módulo VII: Seguridad operativa de sistemas eléctricos de potencia (4 horas cronológicas)

Aprenderás sobre la seguridad operativa, así como los requisitos correspondientes

Sesión 15

- Introducción y generalidades
- Requisitos de seguridad
- Limitaciones y factores que afectan al sistema de potencia
- Factores que influyen la seguridad de sistemas de potencia
- Análisis de seguridad estática
 - *Análisis de contingencias*
 - *Detección de problemas en la red*
 - *Factores de sensibilidad lineal*

- *Definición de contingencias*
- *Selección de contingencias*
- *Evaluación de las contingencias*

Sesión 16

- Análisis de seguridad dinámica
 - *Estabilidad transitoria*
 - *Estabilidad de frecuencia*
 - *Estabilidad de tensión*
 - *Estabilidad de pequeña señal*
- Implementación de esquemas de acción correctiva
- Planes de contingencia
- Aplicación real en operación: Análisis post operativo de casos reales de eventos en un sistema de potencia

Módulo VIII: Restablecimiento de sistemas de potencia (4 horas cronológicas)

Aprenderás acerca del restablecimiento de un sistema de potencia

Sesión 17

- Introducción y generalidades
- Tipos y causas de colapsos del sistema
- Técnicas de restablecimiento
- Restricciones del restablecimiento
 - *Restricciones físicas*
 - *Arranque de los generadores*
 - *Reconfiguración del sistema*
 - *Restablecimiento de la carga*
 - *Transitorios electromagnéticos durante el restablecimiento*
 - *Autoexcitación del generador*
 - *Sobretensiones de maniobra*
 - *Sobretensiones resonantes en caso de energizar un transformador sin carga*
 - *Corriente inrush de transformadores*
- Arranque en negro (black start)
 - *Fundamentos técnicos*
 - *Definición de arranque negro*
 - *Restricciones*
 - *Evaluación de la capacidad de arranque en negro*
 - *Criterios de instalación de nuevos generadores*
 - *Procedimientos operativos*

- *Aplicación real en áreas operativas del SEIN.*
- Plan de restablecimiento

Sesión 18

- Evaluación del daño al sistema eléctrico
 - *Análisis de protecciones*
 - *Inspección de instalaciones*
- Identificación de áreas afectadas
 - *Análisis de flujo de carga*
 - *Análisis de contingencia*
 - *Análisis dinámicos*
 - *Análisis de transitorios EMT*
- Proceso de comunicación con los stakeholders
- Coordinación con el operador de red y otras empresas eléctricas
- Metodología para el restablecimiento de un sistema de potencia
 - *Diagrama de flujo del proceso*
 - *Verificación de variables eléctricas*
 - *Verificación de topología y frecuencia*
 - *Localización de fallas*
 - *Restablecimiento de la red*
- Separación controlada del sistema
- Aplicación real en operación: Aplicación del Plan de Restablecimiento en casos reales del SEIN

Módulo IX: Evaluación de la operación de sistemas de potencia (4 horas cronológicas)

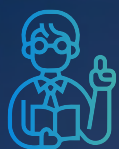
Aprenderás cómo realizar un correcto diseño y selección de grupos electrógenos para las instalaciones eléctricas

Sesión 19

- Introducción y generalidades
- Definición de indicadores de desempeño
- Evaluación de indisponibilidades

Sesión 20

- Evaluación de servicios
- Evaluación de confiabilidad
- Otras evaluaciones
- Aplicaciones reales: Resultado de indicadores (KPI's), análisis y evaluación de su desempeño.



INSTRUCTORES



Freddy Rengifo

*Especialista en Operación en
Sistemas de Potencia*



Más de 27 años de experiencia profesional, ingeniero Eléctrico titulado de la Universidad Nacional de Ingeniería, con mención en Ingeniería Eléctrica. Colegiado con CIP N° 110972



Especialista en gestión de la operación en tiempo real y gestión energética de sistemas eléctricos de generación, transmisión y distribución a través de un Centro de Control con sistema SCADA.



Amplia trayectoria liderando equipos comprometidos y orientados a resultados en empresas nacionales y trasnacionales del sector público y privado en el rubro de energía.



Actualmente instructor en Inel – Escuela Técnica de Ingeniería en el área de operaciones. Labora como Supervisor Centro de Control de Operaciones de Adinelsa.



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 42 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 42 horas cronológicas



IEEE proporcionará un certificado PDH/CEU para este curso. IEEE otorga 4.2 CEU's

INVERSIÓN

Inversión
en Perú

S/

3,890

Inversión
extranjero

US\$

1,060

Aplican descuentos por pago al contado

FINANCIAMIENTO EN PARTES

SIN DESCUENTO

Nota: Consultar por opciones adicionales de financiamiento.

CONTACTO

Ejecutivo
comercial:

Rafael Balvin



✉ rafaelbalvin@inelinc.com

☎ Teléfono: +51 974 638 808

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_24_12

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**



Escuela Técnica de Ingeniería

