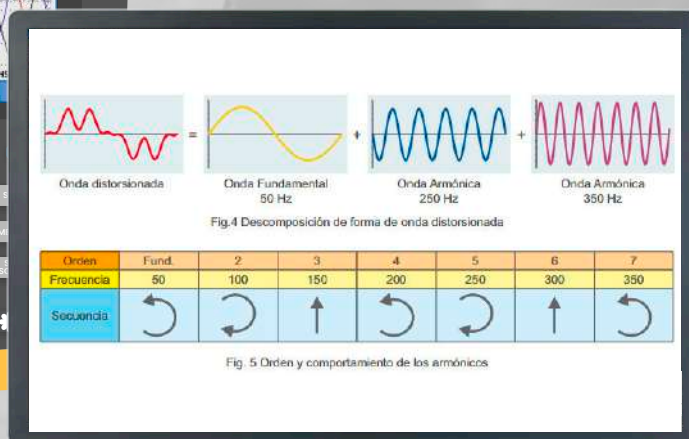


PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

# CALIDAD DE LA ENERGÍA

Análisis, simulación y diagnóstico avanzado con aplicación práctica en sistemas eléctricos.



**INICIO**  
15 de Enero

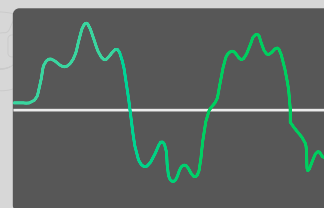
**DURACIÓN**  
50 horas cronológicas  
3 meses

**METODOLOGÍA**  
75% Práctico  
25% Teórico

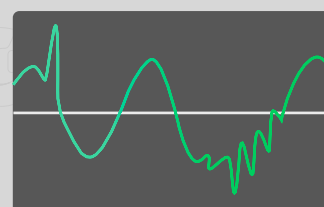
# LIDERA ESTUDIOS AVANZADOS DE CALIDAD DE LA ENERGÍA CON SOLUCIONES PRÁCTICAS Y RESPALDA TU CRECIMIENTO PROFESIONAL CON LA CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL IEEE

Desarrolla competencias integrales en calidad de la energía, desde el diagnóstico de perturbaciones hasta la simulación con software especializado (ETAP, PowerFactory, ATPDraw) y la implementación de soluciones técnicas en sistemas eléctricos industriales y comerciales.

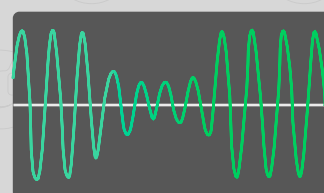
ARMÓNICOS



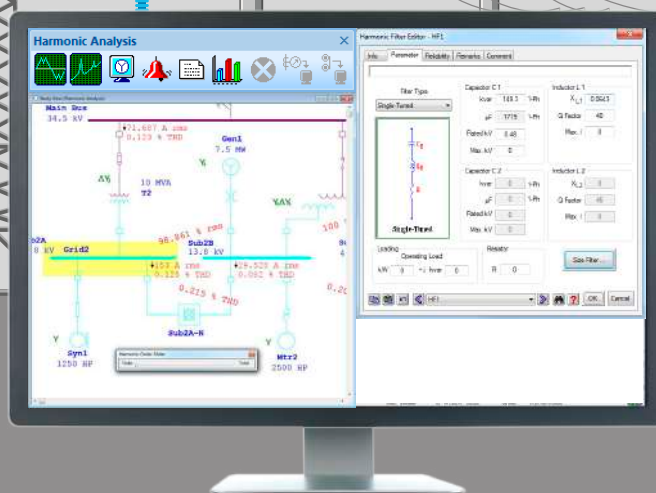
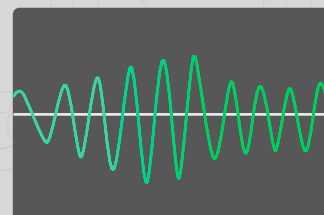
TRANSITORIOS



SAG



SWELL



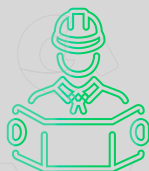
# EL PROGRAMA ESTÁ DIRIGIDO A:

## Profesionales del sector eléctrico y energético



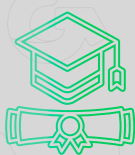
Ingenieros en generación, transmisión y distribución eléctrica: Este programa está dirigido a ingenieros electricistas, electrónicos, electromecánicos y responsables de mantenimiento en industrias, minería y sectores afines. Los participantes aplicarán conceptos de calidad de energía para mejorar la confiabilidad y seguridad de sus sistemas eléctricos.

## Empresas y consultores en ingeniería eléctrica



Responsables técnicos en firmas de ingeniería: Orientado a profesionales a cargo de estudios y mediciones de calidad de energía. Este programa les brinda herramientas para realizar análisis exhaustivos y proponer soluciones eficaces ante perturbaciones en diversos entornos eléctricos.

## Estudiantes avanzados de ingeniería eléctrica o carreras afines



Diseñado para técnicos, estudiantes y recién egresados, este programa permite especializarse en monitoreo, diagnóstico y mejora de la calidad de energía, adquiriendo competencias clave para su futura práctica profesional.



# PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

## PLAN DE ESTUDIOS

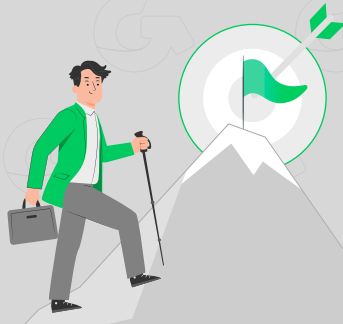
9 Cursos – 50 horas cronológicas

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Curso 1 | Fundamentos de la Calidad de la Energía                                       | 🕒 2 horas cronológicas<br>Nivel: Básico     |
| Curso 2 | Perturbaciones y Distorsiones en las Redes Eléctricas                         | 4 horas cronológicas<br>Nivel: Intermedio   |
| Curso 3 | Evaluación de armónicos en sistemas eléctricos                                | 🕒 4 horas cronológicas<br>Nivel: Intermedio |
| Curso 4 | Medición y Diagnóstico de Analizadores de Redes Eléctricas (AR)               | 🕒 10 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado  |
| Curso 5 | Análisis de Armónicos en Sistemas Eléctricos con DigSILENT PowerFactory       | 🕒 6 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |
| Curso 6 | Análisis de Armónicos en Sistemas Eléctricos con ETAP                         | 🕒 6 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |
| Curso 7 | Compensación Reactiva y Análisis de Resonancia en Sistemas Eléctricos         | 🕒 6 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |
| Curso 8 | Análisis de Transitorios Electromagnéticos en Sistemas Eléctricos con ATPDraw | 🕒 6 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |
| Curso 9 | Soluciones Técnicas para Problemas de Calidad de la Energía                   | 🕒 4 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |
| Cierre  | Retroalimentación final   | 🕒 2 horas cronológicas<br>Nivel: Avanzado   |



# OBJETIVOS

Al concluir el programa, serás capaz de:



1

Comprender los fundamentos técnicos, económicos y normativos de la calidad de la energía y su relación con la eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales.

2

Identificar y clasificar las perturbaciones y distorsiones eléctricas (SAG, SWELL, flicker, armónicos, transitorios) de acuerdo con estándares internacionales (IEEE 519, IEEE 1159, IEC 61000).

3

Aplicar técnicas de medición y análisis de datos obtenidos con analizadores de red profesionales (Fluke, Dranetz, Sonel, Metrel) para diagnosticar problemas reales en sistemas eléctricos.

4

Modelar y simular el comportamiento armónico, resonancias y transitorios electromagnéticos mediante PowerFactory, ETAP y ATPDraw).

5

Evaluar los efectos de la distorsión armónica, el desbalance y las variaciones de tensión en la operación de equipos eléctricos y la calidad del suministro.

6

Diseñar e implementar soluciones técnicas de mitigación (filtros activos/pasivos, compensación reactiva, estabilizadores y sistemas de protección contra sobretensiones).

7

Integrar y validar los resultados de mediciones y simulaciones para emitir informes técnicos y propuestas de mejora basadas en criterios normativos, fortaleciendo el análisis crítico y toma de decisiones.



## CURSO 1

# FUNDAMENTOS DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA

🕒 2 horas cronológicas

## 1. Fundamentos y relación con eficiencia energética.

- 1.1. Impactos técnicos y económicos de la mala calidad de energía
- 1.2. Evaluación de los costos directos e indirectos asociados a la mala calidad de energía
- 1.3. Sinergia entre la eficiencia energética industrial y la calidad de energía
- 1.4. Calidad de la energía según NTCSE, IEEE & IEC.
- 1.5. Fenómenos típicos de mala calidad de energía y sus efectos en la eficiencia de los procesos



## CURSO 2

# PERTURBACIONES Y DISTORSIONES EN LAS REDES ELÉCTRICAS

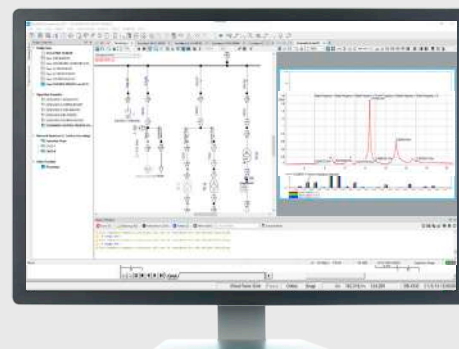
🕒 4 horas cronológicas

## 1. SAG, SWELL y transitorios

- 1.1. Clasificación, diagnóstico y evaluación de SAG y SWELL según IEEE-1159
- 1.2. Caracterización de transitorios oscilantes e impulsivos en sistemas eléctricos
- 1.3. Impacto de perturbaciones eléctricas en equipos industriales y electrónicos
- 1.4. Selección de soluciones de mitigación según tipo de perturbación
- 1.5. Dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS / SPD / TVSS): selección y coordinación
- 1.6. Caso práctico: Diagnóstico y propuestas de mitigación de perturbaciones en sistemas eléctricos

## 2. Desbalance, Variaciones de Frecuencia y Flickers

- 2.1. Desequilibrio de tensión y corriente en sistemas trifásicos.
- 2.2. Distorsión de la forma de Onda
- 2.3. Fluctuaciones de tensión (flickers).
- 2.4. Variaciones de frecuencia y el rechazo de carga por mínima frecuencia.
- 2.5. Recomendaciones técnicas y estrategias de mitigación de desequilibrios, distorsiones y fluctuaciones

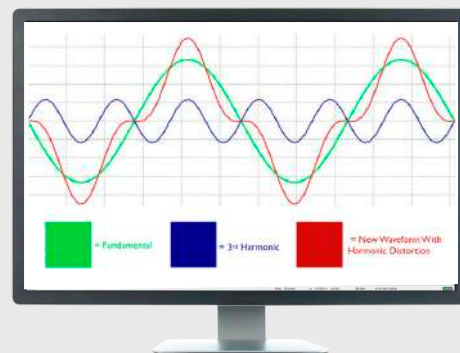


# EVALUACIÓN DE ARMÓNICOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

🕒 4 horas cronológicas

## 1. Estudio de armónicos: causas, efectos y normativa

- 1.1. Análisis comparativo de condiciones sinusoidales y no sinusoidales en sistemas eléctricos de potencia
- 1.2. Conceptos y cuantificación de la distorsión armónica total (THD y TDD)
- 1.3. Identificación y clasificación de cargas generadoras de armónicos en entornos industriales y comerciales
- 1.4. Evaluación de los efectos de los armónicos en componentes del SEP
  - 1.4.1. Bancos de capacitores: sobrecarga, resonancia y envejecimiento dieléctrico.
  - 1.4.2. Transformadores: pérdidas adicionales, calentamiento, desbalance magnético.
  - 1.4.3. Motores asíncronos: par pulsante, vibraciones, reducción de eficiencia.
  - 1.4.4. Sistemas de iluminación: parpadeo y distorsión en balastos electrónicos.
  - 1.4.5. Cables: calentamiento por corrientes armónicas de secuencia cero.
  - 1.4.6. Equipos electrónicos: interferencias electromagnéticas, mal funcionamiento y fallas prematuras.
- 1.5. Análisis de resonancia serie y paralelo en presencia de armónicos
- 1.6. Análisis de direccionalidad de armónicos
- 1.7. IEEE 519-2022: límites, metodología de evaluación y actualización respecto a versiones previas



## 2. Soluciones de mitigación para armónicos

- 2.1. Reactores de línea y de carga
- 2.2. Filtros pasivos sintonizados y desintonizados
- 2.3. Filtros activos de potencia (APF): principios de compensación y criterios de aplicación
- 2.4. Aislamiento y segregación de cargas distorsionantes: estrategias de mitigación y diseño de distribución eléctrica



# Medición y Diagnóstico de Analizadores de Redes Eléctricas (AR)

🕒 10 horas cronológicas

## 1. Fundamentos de los Analizadores de Redes Eléctricas (AR)

- 1.1. Principio de funcionamiento de un AR.
- 1.2. Usos principales de los AR en la industria eléctrica.
- 1.3. Tipos de analizadores de redes (portátiles, fijos, especializados).
- 1.4. Interpretación de las especificaciones técnicas de un AR.
- 1.5. Marcas y modelos más importantes en el mercado.

## 2. Taller Práctico en laboratorio real con analizador de red: METREL MI 2892

- 2.1. Instalación de AR
  - 2.1.1. Preparación y seguridad
    - Uso de EPP, señalización y permisos de trabajo.
    - Verificación del instrumento (firmware, batería, accesorios).
    - Inspección de cables, fusibles y pinzas de medición.
  - 2.1.2. Plan de conexión
    - Identificación del sistema (3P3H / 3P4H, 60 Hz, Vn, In).
    - Selección de CT/VT y definición del PCC.
  - 2.1.3. Conexión en campo (buenas prácticas)
    - Mapeo de fases y sentido de corriente.
    - Pruebas de polaridad y secuencia de fases.
    - Checklist de inicio."
- 2.2. Configuración de AR
  - 2.2.1. Parámetros básicos
    - Tipo de red (3P3H/3P4H), Vn/Fn, CT/VT.
    - Sincronización de reloj y zona horaria.
  - 2.2.2. Registros y disparos con el equipo
    - Intervalos de medición: RMS, armónicos, demanda.
    - Detección de eventos: SAG/SWELL, transitorios, desequilibrio, THD/TDD.
    - Selección de estándar de evaluación (IEEE 519, NTCSE).
    - Gestión de memoria (profundidad vs duración de campaña).
  - 2.2.3. Supervisión en vivo con el software PowerView3
    - Verificación en tiempo real: tensiones, corrientes, PF, THD, espectros.
    - Test de coherencia: wiring check, inversión de pinzas, faseo."
- 2.3. Desinstalación y procesamiento de datos
  - 2.3.1. Cierre y retiro seguro
    - Finalización del registro y apagado seguro del AR.
    - Capturas y respaldo de información según manual del fabricante.
    - Checklist de cierre de medición.
  - 2.3.2. Validación y limpieza de datos
    - Integridad temporal (sincronía), continuidad y ausencias.
    - Balance de potencias, rango de tensión, factor de carga.
  - 2.3.3. Análisis técnico
    - Tendencias: V, I, PF, demanda.
    - Armónicos: espectro V/I, TDD
    - Eventos: SAG/SWELL, transitorios, flicker.
    - Diagnóstico por causas: cargas no lineales, bancos de capacitores, UPS/rectificador.
  - 2.3.4. Resultados y reporte
    - Matriz de cumplimiento (IEEE 51) por intervalo.
    - Hallazgos clave y acciones
    - Entregables: Página ejecutiva, anexo técnico (tablas, espectros, eventos)."



### 3. Taller Práctico en laboratorio real con analizador de red: SONEI PQM-711

- 3.1. Instalación de AR
  - 3.1.1. Preparación y seguridad
    - Uso de EPP, señalización y permisos de trabajo.
    - Verificación del instrumento (firmware, batería, accesorios).
    - Inspección de cables, fusibles y pinzas de medición.
  - 3.1.2. Plan de conexión
    - Identificación del sistema (3P3H / 3P4H, 60 Hz,  $V_n$ ,  $I_n$ ).
    - Selección de CT/VT y definición del PCC.
  - 3.1.3. Conexión en campo (buenas prácticas)
    - Mapeo de fases y sentido de corriente.
    - Pruebas de polaridad y secuencia de fases.
    - Checklist de inicio."
- 3.2. Configuración de AR
  - 3.2.1. Parámetros básicos
    - Tipo de red (3P3H/3P4H),  $V_n/F_n$ , CT/VT.
    - Sincronización de reloj y zona horaria.
  - 3.2.2. Registros y disparos con el equipo
    - Intervalos de medición: RMS, armónicos, demanda.
    - Detección de eventos: SAG/SWELL, transitorios, desequilibrio, THD/TDD.
    - Selección de estándar de evaluación (IEEE 519, NTCSE).
    - Gestión de memoria (profundidad vs duración de campaña).
  - 3.2.3. Supervisión en vivo con el software Sonel Analysis 4
    - Verificación en tiempo real: tensiones, corrientes, PF, THD, espectros.
    - Test de coherencia: wiring check, inversión de pinzas, faseo."
- 3.3. Desinstalación y procesamiento de datos
  - 3.3.1. Cierre y retiro seguro
    - Finalización del registro y apagado seguro del AR.
    - Capturas y respaldo de información según manual del fabricante.
    - Checklist de cierre de medición.
  - 3.3.2. Validación y limpieza de datos
    - Integridad temporal (sincronía), continuidad y ausencias.
    - Balance de potencias, rango de tensión, factor de carga.
  - 3.3.3. Análisis técnico
    - Tendencias: V, I, PF, demanda.
    - Armónicos: espectro V/I, TDD
    - Eventos: SAG/SWELL, transitorios, flicker.
    - Diagnóstico por causas: cargas no lineales, bancos de capacitores, UPS/rectificador.
  - 3.3.4. Resultados y reporte
    - Matriz de cumplimiento (IEEE 51) por intervalo.
    - Hallazgos clave y acciones
    - Entregables: Página ejecutiva, anexo técnico (tablas, espectros, eventos)."



### 4. Taller Práctico en laboratorio real con analizador de red: FLUKE 435

- 4.1. Instalación de AR
  - 4.1.1. Preparación y seguridad
    - Uso de EPP, señalización y permisos de trabajo.
    - Verificación del instrumento (firmware, batería, accesorios).
    - Inspección de cables, fusibles y pinzas de medición.
  - 4.1.2. Plan de conexión • Identificación del sistema (3P3H / 3P4H, 60 Hz,  $V_n$ ,  $I_n$ ).
    - Selección de CT/VT y definición del PCC.



- 4.1.3. Conexión en campo (buenas prácticas)
  - Mapeo de fases y sentido de corriente.
  - Pruebas de polaridad y secuencia de fases.
  - Checklist de inicio."
- 4.2. Configuración de AR
  - 4.2.1. Parámetros básicos
    - Tipo de red (3P3H/3P4H), Vn/Fn, CT/VT.
    - Sincronización de reloj y zona horaria.
  - 4.2.2. Registros y disparos con el equipo
    - Intervalos de medición: RMS, armónicos, demanda.
    - Detección de eventos: SAG/SWELL, transitorios, desequilibrio, THD/TDD.
    - Selección de estándar de evaluación (IEEE 519, NTCSE).
    - Gestión de memoria (profundidad vs duración de campaña).
  - 4.2.3. Supervisión en vivo con el software Fluke Power Log
    - Verificación en tiempo real: tensiones, corrientes, PF, THD, espectros.
    - Test de coherencia: wiring check, inversión de pinzas, faseo."
- 4.3. Desinstalación y procesamiento de datos
  - 4.3.1. Cierre y retiro seguro
    - Finalización del registro y apagado seguro del AR.
    - Capturas y respaldo de información según manual del fabricante.
    - Checklist de cierre de medición.
  - 4.3.2. Validación y limpieza de datos
    - Integridad temporal (sincronía), continuidad y ausencias.
    - Balance de potencias, rango de tensión, factor de carga.
  - 4.3.3. Análisis técnico
    - Tendencias: V, I, PF, demanda.
    - Armónicos: espectro V/I, TDD
    - Eventos: SAG/SWELL, transitorios, flicker.
    - Diagnóstico por causas: cargas no lineales, bancos de capacitores, UPS/rectificador.
  - 4.3.4. Resultados y reporte
    - Matriz de cumplimiento (IEEE 51) por intervalo.
    - Hallazgos clave y acciones
    - Entregables: Página ejecutiva, anexo técnico (tablas, espectros, eventos)."



## 5. Taller Práctico en laboratorio real con analizador de red: Dranetz HDPQ

- 5.1. Instalación del AR
  - 5.1.1. Preparación y seguridad
    - Uso obligatorio de EPP
    - Señalización y permisos de trabajo según norma de seguridad
    - Verificación del instrumento (firmware, batería, calibración, accesorios)
    - Inspección física: integridad de los conectores, aislamiento de claves, pinzas de corriente y fusibles de protección
  - 5.1.2. Plan de conexión
    - Identificación del sistema (3P3H/3P4H, 50/60Hz, niveles de tensión y corriente)
    - Selección del CT/VT
    - Definición del PCC
  - 5.1.3. Conexión en campo (buenas prácticas)
    - Mapeo de fases y verificación del sentido de corriente
    - Pruebas de polaridad y secuencia de fases (Wiring Verification Test)
    - Checklist de inicio (Fases correctas, canal de comunicación activo, reloj sincronizado)"



- 5.2. Configuración del AR
  - 5.2.1. Parámetros básicos
    - Tipo de red (3P3H/3P4H, monofásica, delta, estrella)
    - Ajuste de  $V_n/F_n$ , relaciones CT/VT y polaridad de pinzas
    - Sincronización de reloj y zona horaria
    - Selección de idioma y formato de archivo (.PQDIF, .CSV, .ZIP)
  - 5.2.2. Registros y disparos con el equipo
    - Intervalos de registro RMS
    - Detección de eventos: SAG, SWELL, interrupciones, flicker, transitorios
    - Análisis de armónicos y TDD (Según IEEE 519-2022)
    - Selección del estándar de evaluación (IEEE 519, IEC 61000)
    - Gestión de memoria (profundidad vs duración de campaña)
  - 5.2.3. Supervisión en vivo con el software Dran-View 7/HDPQ Data Analysis
    - Monitoreo en tiempo real: tensiones, corrientes, factor de potencia, THD, flicker y demanda
    - Test de coherencia: wiring check, inversión de pinzas, faseo."
- 5.3. Desinstalación y procesamiento de datos
  - 5.3.1. Cierre y retiro seguro
    - Finalización del registro y apagado seguro del AR
    - Capturas y respaldo de información según manual del fabricante.
    - Checklist de cierre de medición.
  - 5.3.2. Validación y limpieza de datos
    - Verificación de integridad temporal
    - Revisión de balance de potencias y coherencia entre tensiones y corrientes
    - Validación de continuidad de registro y detección de lagunas de datos
    - Filtrado y etiquetado de eventos significativos
  - 5.3.3. Análisis técnico
    - Tendencias: tensiones, corrientes, demanda, factor de potencia
    - Armónicos: V/I, TDD y THD
    - Eventos: SAG/SWELL, interrupciones, transitorios, flicker, desequilibrio
    - Diagnóstico causal: cargas no lineales, bancos de capacitores, maniobras de conmutación o fallas transitorias
  - 5.3.4. Resultados y reporte
    - Matriz de cumplimiento (IEEE 519 o EN 50160)
    - Hallazgos clave y acciones correctivas
    - Entregables: Página ejecutiva, anexo técnico
    - Base de datos digital (.PQDIF) y respaldo documental "



## CURSO 5

# Análisis de Armónicos en Sistemas Eléctricos con DlgSILENT PowerFactory

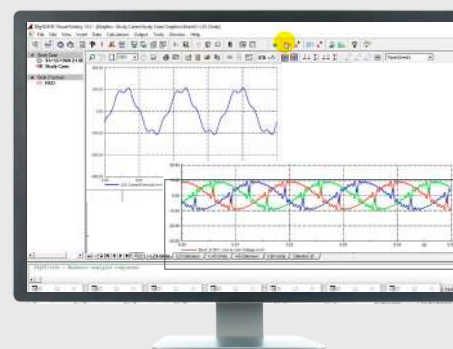
🕒 6 horas cronológicas

## 1. Modelado de armónicos en PowerFactory

- 1.1. Caracterización de cargas generadoras de armónicos (variadores de velocidad, inversores, rectificadores, otros).
- 1.2. Inserción de datos registrados por analizadores de red en PowerFactory.
- 1.3. Integración de armónicos medidos en simulaciones.

## 2. Simulación y análisis de armónicos en PowerFactory

- 2.1. Configuración de parámetros del flujo armónico
- 2.2. Simulación de armónicos
  - 2.2.1. En condiciones sinusoidales.
  - 2.2.2. En condiciones no sinusoidales.
  - 2.2.3. Cargas distorsionantes.
  - 2.2.4. Armónicos individuales reportados.
- 2.3. Análisis del impacto de armónicos en la red
  - 2.3.1. Condiciones sinusoidales y no sinusoidales
  - 2.3.2. Distorsión armónica total



## 3. Dimensionamiento y mitigación de armónicos en PowerFactory

- 3.1. Filtros activos y pasivos: tipos y funcionamiento.
- 3.2. Dimensionamiento de filtros para la mitigación de armónicos.
- 3.3. Simulación de la efectividad de los filtros en PowerFactory.
- 3.4. Análisis de resultados y selección de soluciones óptimas.

## CURSO 6

# Análisis de Armónicos en Sistemas Eléctricos con ETAP

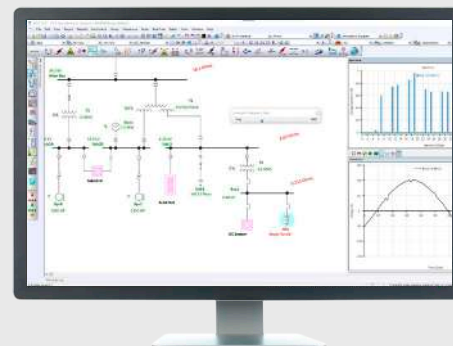
🕒 6 horas cronológicas

## 1. Modelado de armónicos en ETAP

- 1.1. Caracterización de cargas generadoras de armónicos (variadores de velocidad, inversores, rectificadores, otros).
- 1.2. Inserción de datos registrados por analizadores de red en ETAP.
- 1.3. Integración de armónicos medidos en simulaciones.

## 2. Simulación y análisis de armónicos en ETAP

- 2.1. Configuración de parámetros del flujo armónico
- 2.2. Simulación de armónicos
  - 2.2.1. En condiciones sinusoidales.
  - 2.2.2. En condiciones no sinusoidales.
  - 2.2.3. Cargas distorsionantes.
  - 2.2.4. Armónicos individuales reportados.
- 2.3. Análisis del impacto de armónicos en la red
  - 2.3.1. Condiciones sinusoidales y no sinusoidales
  - 2.3.2. Distorsión armónica total.



## 3. Dimensionamiento y mitigación de armónicos en ETAP

- 3.1. Dimensionamiento de filtros para la mitigación de armónicos.
- 3.2. Simulación de la efectividad de los filtros en ETAP.
- 3.3. Análisis de resultados y selección de soluciones óptimas.

## CURSO 7

# Compensación Reactiva y Análisis de Resonancia en Sistemas Eléctricos

🕒 6 horas cronológicas

## 1. Introducción a la compensación reactiva

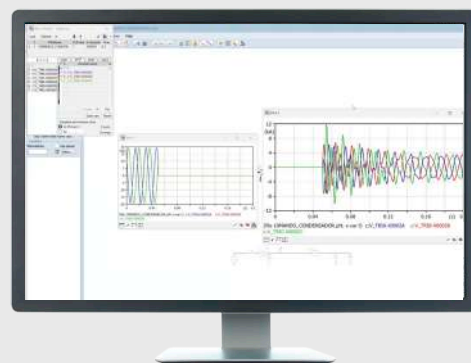
- 1.1. Compensación reactiva en sistemas eléctricos industriales y mineros.
- 1.2. Compensación en BT y MT
- 1.3. Influencia de armónicos en la compensación reactiva.
- 1.4. Resonancia eléctrica y los componentes capacitivos.

## 2. Análisis de resonancia y dimensionamiento de soluciones en PowerFactory

- 2.1. Evaluación de resonancias eléctricas.
- 2.2. Barrido de frecuencias para detectar puntos críticos de resonancia con PowerFactory
- 2.3. Dimensionamiento de bancos de capacitores en baja y media tensión.

## 3. Análisis de resonancia y dimensionamiento de soluciones en ETAP

- 3.1. Evaluación de resonancias eléctricas.
- 3.2. Barrido de frecuencias para detectar puntos críticos de resonancia con ETAP
- 3.3. Dimensionamiento de bancos de capacitores en baja y media tensión.



## CURSO 8

# Análisis de Transitorios Electromagnéticos en Sistemas Eléctricos con ATPDraw

🕒 6 horas cronológicas

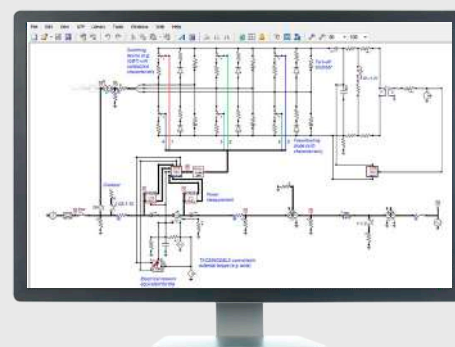
**Nota:** El curso 8 se desarrollará los días sábado de 09:00 - 11:00 am (UTC-05:00)

## 1. Modelado de transitorios electromagnéticos en ATPDraw

- 1.1. Normas y estándares relacionados (IEEE 1159, IEC 61000).
- 1.2. Capacidades de ATPDraw para la simulación de transitorios.
- 1.3. Creación de modelos de sistemas eléctricos en ATPDraw.
- 1.4. Representación de componentes clave: líneas de transmisión, transformadores, cargas.
- 1.5. Configuración de fuentes de transitorios: fallos de conmutación, descargas atmosféricas, maniobras de interruptores.

## 2. Simulación y análisis de perturbaciones transitorias en ATPDraw

- 2.1. Simulación de transitorios de conmutación (interruptores y reconectores).
- 2.2. Simulación de transitorios debidos a descargas atmosféricas.
- 2.3. Simulación de transitorios debidos a fallos en cables y transformadores.
- 2.4. Análisis de sobretensiones y fluctuaciones de voltaje en los sistemas.





### 3. Evaluación y mitigación de transitorios

- 3.1. Efectos de transitorios en equipos críticos: transformadores, motores, generadores.
- 3.2. Fallos en la compensación reactiva y sistemas de protección contra transitorios: supresores de sobretensión.
- 3.3. Métodos para detectar transitorios en redes eléctricas utilizando analizadores.
- 3.4. Estrategias para la mitigación de transitorios.
- 3.5. Simulación de soluciones de mitigación en ATPDraw y evaluación de su efectividad.

## CURSO 9

# Soluciones Técnicas para Problemas de Calidad de la Energía

🕒 4 horas cronológicas

### 1. Soluciones para la mitigación de armónicos

- 1.1. Análisis de los armónicos generados por variadores de velocidad, inversores y cargas no lineales.
- 1.2. Mitigación en el neutro: soluciones para eliminar armónicos triplens en sistemas trifásicos con transformadores en delta o neutro aislado.
- 1.3. Trampas de armónicos triplens: diseño y aplicación de filtros pasivos específicos para el 3er armónico.
- 1.4. Transformadores con Factor K: uso y selección técnica de transformadores K-rated para cargas no lineales.
- 1.5. Aplicación de filtros activos.

### 2. Protección contra sobretensiones transitorias

- 2.1. Funcionamiento y tipologías de supresores de sobretensión transitoria (DPS / TVSS): protección contra descargas atmosféricas y maniobras.
- 2.2. Normativa técnica para la selección e instalación de DPS según el nivel de exposición.
- 2.3. Ejemplo de instalación y configuración de un sistema de protección contra sobretensiones.

### 3. Estabilización de tensión con UPS y estabilizadores

- 3.1. Estabilizadores de tensión: aplicación para garantizar la regulación de la tensión en redes industriales.
- 3.2. Selección y dimensionamiento de UPS (Sistemas de Alimentación Ininterrumpida) para aplicaciones industriales.

## CIERRE

# RETROALIMENTACIÓN FINAL

🕒 2 horas cronológicas

# EXPERTOS

Conoce a nuestros expertos que te guiarán en cada etapa del programa:



## ING. BENJAMÍN VÁSQUEZ

- Ingeniero Electricista Industrial egresado de la UNAH, con Maestría en Gestión de Proyectos y más de 20 años de experiencia en diseño, análisis y ejecución de infraestructuras eléctricas de media y baja tensión para los sectores industrial y comercial. Fundador y Gerente General de Ingeniería RMSwork, representante de DRANETZ en Honduras.
- Especialista en calidad de la energía, simulaciones de sistemas de potencia, análisis de armónicos, coordinación de protecciones y estudios de Arc Flash con dominio avanzado de ETAP. Ha liderado más de 100 diagnósticos de calidad de energía bajo normas IEEE 1159, IEEE 519 e IEC 61000, en empresas como APTIV, ALCON, COFICAB, AGRECASA y centros médicos especializados.



## ING. DANIEL ESPINOZA

- Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional del Callao, con Maestría en Gestión de Sistemas de Energía Eléctrica con más de 12 años de experiencia en estudios, diagnósticos y pruebas en sistemas de generación, transmisión y distribución eléctrica. Ha liderado proyectos de medición y análisis para importantes empresas del sector industrial, minero y energético, incluyendo Sociedad Minera Cerro Verde, ENEL Generación, CELEPSA entre otros.
- Especialista en calidad de la energía, armónicos y compensación reactiva. Dominio avanzado de herramientas como ATPDraw, DigSILENT PowerFactory, ETAP y PQ-Box, además de experiencia docente como ponente en IEEE y universidades nacionales, compartiendo conocimientos en calidad de la energía y eficiencia energética.

# EXPERTOS

Conoce a nuestros expertos que te guiarán en cada etapa del programa:



## ING. FRANCIR ESCOBEDO

- Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional del Callao, con Maestría en Ingeniería Eléctrica, especialista en protecciones eléctricas aplicadas a sistemas de generación, transmisión y distribución. Cuenta con más de 10 años de experiencia en la ejecución de estudios de estabilidad, transitorios electromagnéticos y coordinación de protecciones, así como en pruebas de operatividad de relés y estudios de conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).
- Domina herramientas avanzadas como ETAP, DlgSILENT PowerFactory y ATPDraw, aplicadas en el modelado, análisis y simulación de sistemas eléctricos de potencia. Ha sido ponente en más de 30 cursos y programas especializados, compartiendo su experiencia en el sector eléctrico.



## ING. JHADIR MEDINA

- Ingeniero Electricista con más de 12 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de ingeniería para los sectores Power Energy, Renewable Energy, Oil & Gas, Nuclear, Offshore, Minero e Industrial. Ha participado en más de 80 proyectos internacionales across 18 países, incluyendo Estados Unidos, España, Alemania, Brasil, Chile y Australia.
- Especialista en ejecución de estudios eléctricos, sistemas de potencia, protecciones eléctricas, puesta a tierra y análisis de transitorios electromagnéticos. Dominio avanzado de herramientas de simulación y diseño como ETAP, DlgSILENT PowerFactory, ATPDraw, CYMCAP, DIALux y AutoCAD.

# EXPERTOS

Conoce a nuestros expertos que te guiarán en cada etapa del programa:



## ING. JULIO GONZALES

- Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Perú, con más de 11 años de experiencia en calidad de la energía y eficiencia energética. Ha liderado proyectos de diagnóstico y mejora de sistemas eléctricos, incluyendo corrección de armónicos, filtrado y compensación reactiva. Actualmente se desempeña como Power Quality Leader en Schneider Electric para la región South Andean (Perú, Chile y Bolivia).
- Certificado como entrenador en Power Quality & Power Factor, con especialización internacional en Brasil y Colombia, y domina herramientas como ETAP, MATLAB y AutoCAD para el modelado y análisis de sistemas eléctricos. Es miembro activo de IEEE y AEE, y ha participado como ponente en cursos y capacitaciones internacionales.

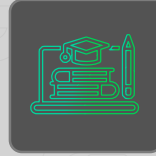


# BENEFICIOS



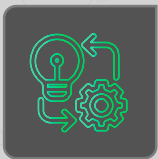
## Aprendizaje integral:

Formación aplicada orientada al desarrollo de competencias técnicas y prácticas para un mejor desempeño profesional.



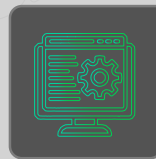
## Recursos de estudio especializados:

Biblioteca digital con diapositivas, manuales, guías y archivos de simulación para reforzar la aplicación práctica de los contenidos.



## Metodología práctica:

Clases dinámicas con ejercicios y casos técnicos que promueven el aprendizaje colaborativo. La metodología contempla **75 % práctica y 25 % teoría**



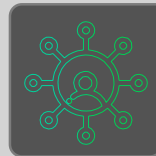
## Acceso a la plataforma:

Sesiones virtuales y acceso por un año desde cualquier dispositivo, ofreciendo una experiencia flexible y adaptada al ritmo de cada participante.



## Acompañamiento técnico y académico:

Asesoría personalizada y seguimiento continuo durante todo el programa, con atención a consultas mediante los canales institucionales.



## Networking profesional:

Participación en una comunidad internacional del sector eléctrico que fomenta el intercambio técnico y la generación de redes profesionales.



# EVALUACIÓN

El rendimiento del participante será evaluado bajo una escala vigesimal, siendo la **nota mínima aprobatoria 14.00**.

La evaluación combina los aspectos teóricos y prácticos del programa, valorando la aplicación efectiva de los conocimientos adquiridos durante las sesiones.





# DOBLE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

Doble certificación Internacional: Acreditación oficial por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), reconocida mundialmente en el sector eléctrico.

IEEE proporcionará una certificación con créditos 5 CEU o 50 PDH a todos los participantes que aprueben la capacitación.

Asimismo, GREENER otorgará un certificado de aprobación a todos los participantes que aprueben el Programa de Especialización: Calidad de la Energía con una duración de 50 horas cronológicas.



\*Imagen Referencial del Certificado

## IMPACTO PROFESIONAL

- Aumenta tu credibilidad técnica ante empresas y organismos internacionales.
- Accede a mejores oportunidades laborales y posiciones de liderazgo de ingeniería.
- Mejora tu perfil competitivo para asumir proyectos eléctricos de gran envergadura.
- Únete a una comunidad internacional de ingenieros y participa en espacios de colaboración.

## REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones del programa con una nota mínima de 14/20.
- Cumplir los criterios académicos y administrativos establecidos por GREENER.
- Completar el formulario IEEE Credentialing Program para la emisión oficial de tu certificación

# MEDIOS DE PAGO

## NACIONAL (PERÚ)

TRANSFERENCIA MEDIANTE

**BBVA**

**Cuenta Corriente en Soles:**

0011-0201-0100048348

**Código de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 011-201-000100048348 15

**Interbank**

**Cuenta Corriente en Soles:**

2003004790993

**Código de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 00320000300479099339

**BCP**

**Cuenta Simple Soles:**

194 7069 720011

**Número de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 002-194-00706972001194

**TRANSFERENCIA  
INTERBANCARIA**

(OTROS BANCOS)

**Código de Cuenta  
Interbancario (CCI):**

003-200-003004790993-39

**Beneficiario:** Ingeniería, Tecnología y Educación  
Greener S.A.C.

**RUC:** 20606279991

## INTERNACIONAL (FUERA DE PERÚ)

Para realizar el depósito vía  
Paypal, ingrese al siguiente link:



### Link de Pago

[https://paypal.me/greener11?  
locale.x=es\\_XC](https://paypal.me/greener11?locale.x=es_XC)

Pago sin comisión, con cualquier  
tipo de tarjeta crédito o débito.



### TRANSFERENCIA INTERBANCARIA INTERNACIONAL

- **Cuenta (dólares):** 200-3004791000
- **Nombre de empresa:** INGENIERÍA, TECNOLOGÍA  
Y EDUCACIÓN GREENER S.A.C
- **Dirección de empresa:** Jr. Aracena 128.  
Surco, Lima - Perú
- **Banco:** Interbank
- **SWIFT:** BINPPEPL
- **Dirección del banco:** Av. Carlos Villarán N° 140,  
Urb. Santa Catalina, La Victoria, Lima, Perú.

Si desea realizar el pago a  
tráves de los siguientes medios,  
solicitar los datos.



**Nota:** Si opta por esta opción, se añadirá  
70 USD al monto final por comisión de  
los gastos bancarios.

# INVERSIÓN

INVERSIÓN PERÚ

**S/. 3000**

INVERSIÓN EXTRANJERO

**US\$ 860**

## PROCESO DE INSCRIPCIÓN

**1**○

Realiza el pago y  
envía el comprobante a  
[comercial@greenersac.com](mailto:comercial@greenersac.com)

**2**○

Completa tus datos  
personales y de facturación  
en el siguiente enlace:  
<https://forms.gle/RqBV7y6rf9DEDSqb8>

**3**○

Recibirá la confirmación de  
inscripción con las instrucciones  
para acceder al aula virtual y  
comenzar su formación.

## INFORMES E INSCRIPCIONES

**KAREN EVARISTO**  
Ejecutiva Comercial



**+51 910 530 580**



**kevaristo@greenersac.com**



# ¿QUIERES DISEÑAR ESTE PROGRAMA PARA TU ORGANIZACIÓN?

CONTÁCTANOS

+51 943 237 779

comercial@greenersac.com

## BENEFICIOS

**Modalidad flexible:** Presencial o virtual según las necesidades de tu equipo.

**Capacitación personalizada:** Contenido adaptado a los requerimientos específicos de tu organización.

**Mayor rendimiento:** Mejora la productividad y el compromiso de tu equipo.

**Impulso empresarial:** Prepara a tu empresa para destacarse en un mercado en constante evolución.

**Innovación tecnológica:** Implementa herramientas y software de última generación en ingeniería y mantenimiento.





**GREENER**

Escuela de Ingeniería

“Lidera estudios avanzados de calidad  
de la energía con soluciones prácticas y respalda  
tu crecimiento profesional con la certificación  
internacional IEEE”



GREENER S.A.C

RUC: 20606279991