



CURSO DE POSGRADO

CALIDAD EN POTENCIA PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS Y SUS CLIENTES

INFORMACIÓN AMPLIADA

CALIDAD EN POTENCIA PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS Y SUS CLIENTES



Tipo de actividad: Curso de posgrado

Denominación: Calidad en Potencia para empresas distribuidoras y sus clientes.

Destinatarios: Graduados de carreras de Ingeniería: Eléctrica, Electrónica, Electromecánica, que se desempeñen en tareas vinculadas a la Calidad de Potencia.

Carga horaria: 40 horas.

Dictado del curso: 25 de abril al 24 de mayo de 2025.

Inscripción: Abierta hasta el 24 de abril por SIU GUARANI.

Modalidad: Virtual.

Arancel:

- Profesionales: \$75.000 o dos cuotas de \$40.000
- Docentes UNNE: \$65.000 o dos cuotas de \$35.000

Fundamentación

La calidad de la potencia es un tema de gran importancia en la industria eléctrica, ya que afecta directamente la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad de los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La falta de calidad de esta puede generar problemas significativos, como la reducción de la vida útil de los equipos, la pérdida de eficiencia energética y la posibilidad de daños a los equipos y a las personas.

En la actualidad, la demanda de energía eléctrica es cada vez mayor, y la integración de fuentes de energía renovables y la electrificación de la economía están generando nuevos desafíos en términos de calidad de la potencia. Por lo tanto, es fundamental que los profesionales de la ingeniería eléctrica estén capacitados para abordar estos desafíos y garantizar la calidad de la potencia en los sistemas eléctricos.

Este curso de posgrado está diseñado para proporcionar a los cursantes una formación avanzada en la calidad de la potencia, desde los tres puntos de vista de los principales actores: productor de

energía eléctrica, usuario final y fabricante de equipos eléctricos. A través de una combinación de clases teóricas, estudios de casos prácticos y discusiones de soluciones, los cursantes desarrollarán habilidades avanzadas para:

- Analizar y evaluar la calidad de la potencia en los sistemas eléctricos
- Identificar y abordar los desafíos actuales y futuros en la calidad de la potencia
- Contribuir al desarrollo de sistemas eléctricos más eficientes, confiables y seguros.

En particular, el curso se enfocará en la distribución y transmisión de energía eléctrica, área en la cual se espera un desarrollo vertiginoso en los próximos años. Los estudiantes tendrán la oportunidad de explorar las tendencias mundiales en estándares de calidad, fundamentalmente de Europa y EEUU, y de familiarizarse con las soluciones actuales y futuras para abordar los desafíos en la calidad de la potencia.

Contenidos

Tema 1. Perturbaciones

Introducción. Calidad de la Potencia y electrónica de potencia. Principales perturbaciones e irregularidades. Evolución temporal. Sensibilidad o debilidad del equipamiento moderno. Aumento del número y nivel de las perturbaciones. Nuevos criterios de mantenimiento del serv1c10.

Tema 2. Terminología y Definiciones

Terminología y definiciones. Principales términos y definiciones dadas en las Normas Nacionales, Internacionales (norteamericanas y europeas) y de uso común. Interrupciones cortas, transitorias y momentáneas. Abatimientos y aumentos de tensión, distorsión por armónicas (THD), notches, impulsos, flicker, etc.

Tema 3. Normativa

Normas sobre calidad de potencia. Reglamentaciones vigentes sobre calidad, Leyes y Reglamentaciones Argentinas.

Tema 4. Interrupciones

Interrupciones y huecos de tensión. Curvas CBEMA-ITIC. Equipamiento sensible. Medidas de atenuación. Interacción con el esquema de protección. Recierre rápido y modificación del ciclo de reconectores. Eventos repetitivos. Salto del ángulo de fase. Relación de la capacidad de soportar transitorios con la energía almacenada. Relación con el número de fallas y tormentas eléctricas. Estudios estadísticos y probabilidad de ocurrencia. Arranques de motores, conexión de transformadores y hot/cold load pickup. Costos de las interrupciones y huecos de tensión. Costos según tipo de usuario. Aplicaciones y procesos críticos. Tiempos de reposición en función de la duración y profundidad de la perturbación. Costo de la perturbación versus costo de la medida de mitigación.

Tema 5. Sobretensiones

Sobretensiones. Clasificación en base a su duración. Impulsos. Orígenes de las sobretensiones y sus efectos en el sistema. Conexión de capacitores. Curvas de sensibilidad. Efecto sobre los equipos sensibles.

Tema 6. Armónicos

Armónicas. Generadores y causas. Variación diaria, semanal y estacional. Efecto sobre transformadores, conductores, capacitores, dispositivos de protección, etc. Interferencia telefónica. Límites de contaminación armónica. Tendencia y medidas de control. Aplicaciones emergentes. Filtrado activo y pasivo. Resonancia. Cargas contaminantes. Cargas no lineales. Circuitos magnéticos saturables y semiconductores de potencia. Fuentes conmutadas, cargadores de baterías, iluminación fluorescente y lámparas de arco. Variadores de velocidad. Cargas recíprocas y alternativas. Cargas fuertemente variables, tracción eléctrica. Motores de arranque reiterado-simultáneo. Cargas por trenes de pulsos.

Tema 7. Flicker

Parpadeo (flicker). Características generales. Confusión con abatimiento de tensión. Historia resumida. Efecto psicológico y sobre la visión. Medición de parpadeo: magnitudes y medidores. Normas Nacionales e internacionales. Principales causas. Efecto sobre lámparas: incandescentes

y de descarga gaseosa. Productores de flicker: hornos de arco (corriente continua y alterna, ciclos de trabajo y su modificación para mitigar el fenómeno, modelado), soldaduras (tipos de máquina: arco, resistencia, su mitigación), motores con cargas alternativas y arranques múltiples, irregularidades constructivas de generadores, generadores eólicos, etc. Medidas de atenuación, compensación reactiva dinámica y estática.

Tema 8.

Variaciones de tensión de régimen permanente. Sobre y sub-tensiones. Límites aconsejable y tolerable. Desbalances. Efectos sobre el equipamiento de los sistemas eléctricos. Variación de la sensibilidad con la tensión de alimentación. Blackout - Brownout. Shedding.

Tema 9.

Monitoreo de la calidad de potencia. Metodologías y equipos. Filtrado y procesado de los datos. Resultados de relevamientos en el exterior y en nuestro medio. Nivel de información requerida para resultados representativos. Valores considerados "normales" y apartamientos típicos. Número típico de eventos. Estudio probabilístico. Mejoras de la calidad. Nuevas tecnologías y equipamientos. Fuentes no-interrumpibles, interruptores ultrarápidos. Almacenadores de energía magnética empleando superconductores (SMES). Compensadores estáticos (STATCOM), AVC (compensador reactivo adaptivo), Custom Power y Super-parques industriales.

Objetivos

General:

El objetivo del curso consiste en formar al asistente respecto a los problemas relacionados con la Calidad de la Potencia con énfasis en la distribución y transmisión de la energía y desde la perspectiva de los actores: productor de energía eléctrica, usuario final y fabricante de equipos eléctricos

Objetivos específicos:

- Mostrar al asistente las diversas tendencias mundiales, fundamentalmente de Europa y EE.UU. en lo que respecta a estándares de calidad, tanto para armónicas como para impulsos y sub - sobretensiones.
- Familiarizar al asistente en los problemas originados por la falta de calidad, describiendo sus causas y analizando las soluciones.
- Fomentar el uso de las tecnologías y metodologías actuales de los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Metodología de enseñanza

La metodología de la enseñanza se basa en clases teóricas virtuales, con exposiciones dialogadas con apoyo en presentaciones digitales.

Se abordará el estudio de casos reales para la comprensión y aplicación de los contenidos teóricos, con Instancias de trabajos grupales e individuales.

Se implementarán espacios de consultas online para evacuar consultas de los cursantes en horarios y canales coordinados oportunamente con el docente.

Instancias de evaluación y aprobación

Se requiere la asistencia al 80% de las clases virtuales, lo que será relevado por el docente en el transcurso de cada clase.

La calificación se realizará conforme a la Escala de Calificaciones vigente de la UNNE.

Docentes:

- Docente dictante: Dr. Ing. Juan Carlos Gómez Targarona.
- Coordinador académico: Esp. Ing. Esquivel R. Abel. (Director de la Carrera de Ingeniería Eléctrica FaCENA).

Bibliografía General

- *Calidad de potencia: para usuarios y empresas eléctricas*, Gómez, J. C., Editorial EDIGAR S.A., ISBN: 987-97785-2-9, 2005.

- *Electric Power Quality*, Heydt, G. T., Stars in a Circle Publications, ISBN 9992203048, 1994.
- *Electrical Power System Quality*, Santoso, S., Dugan, R. C.; McGranaghan, M. F.; Beaty, H. W., McGraw Hill, ISBN 9780071761550, 3rd. Edition, 2012.
- *Understanding Power Quality Problems: voltage sags and interruptions*, Mathias H. J. Bollen, Wiley-IEEE, ISBN 9780780347137, 1999.
- *Power Quality in Power Systems and Electrical Machines*, Fuchs, E. and Masoum, M.S.. 2nd edn. Elsevier B.V., ISBN 9780123695369, 2015.
- *Power Quality in Modern Power Systems*, Padmanaban, S., Chenniappan, S., Holm-Nielsen, J.B., Pandarinathan, S., Elsevier - Academic Press Publication, ISBN: 978-0-12-823346-7, 2020.
- *Power Quality Solutions: Case Studies for Troubleshooters*, Porter, Gregory J. (Editor) and Van Scivier, J. Andrew (Editor), Prentice Hall, (Fairmont Press), ISBN 0130207306, 1998.
- *Advanced Power Quality Analysis*, Gualachenski, Edward M., IEEE Press., ISBN 0780323343, 1998.
- *Power System Quality Assessment*, Arrillaga, J; Watson, N.R. and Chen, S., John Wiley & Sons., ISBN 0471988650, 1999.
- *Practical Guide to Quality Power for Sensitive Electronic Equipment*, Waggoner, R. M. (Editor), Intertec Pub. Corp./Telephony, ISBN 0872886670, 1997.
- *Electrical Power Quality Control Techniques*, Wilson, E.; PhD. Kazibwe; Musoke, H. and PhD. Sendaula, ASIN 0442010931, 1999.
- *Power Quality: Computer Network Power Protection Problems Myths and Solutions*, Wendel Laidley, ASIN 0931033306, 1999.
- *IEEE 1250-2011: IEEE Guide for Identifying and Improving Voltage Quality in Power Systems*.

CALIDAD EN POTENCIA PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS Y SUS CLIENTES



- *IEEE 1346-1998: IEEE Recommended Practice for Evaluating Electric Power System Compatibility with Electronic Process Equipment.*
- *IEEE 1159-2009: IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.*
- *IEEE 1159.3-2019, IEEE IRecommended Practice for Power Quality Data Interchange Format (PQDIF) - Corrigendum II.*
- *IEEE 519-2014: IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.*
- *IEEE Draft Guide for Technology Methods for Power Quality Improvement in Electric Power Systems, IEEE P1409/D4, December 2023.*
- *Ley Nacional “Régimen de la Energía Eléctrica”, 24065/92.*
- *Decreto Reglamentario Nacional 1398/92.*