

# Curso profesional especializado CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Del 21 al 24 de octubre  
8:00 a.m. a 4:30 p.m.  
32 horas  
\$1.530

Edificio de Educación Continua  
Universidad de Costa Rica

## DESCRIPCIÓN

El curso está diseñado para conocer los fenómenos principales y principios básicos de la calidad de la energía en redes eléctricas.

Los participantes adquieren destrezas en identificar y clasificar los fenómenos de calidad de energía eléctrica, junto con sus causas e impacto correspondiente en equipos eléctricos; así como comprender las principales normas de calidad que rigen esta área.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y clasificar fenómenos de calidad de energía eléctrica, junto con sus causas y su impacto en equipos eléctricos.
- Comprender las principales normas de calidad africanas, europeas y estadounidenses.
- Entender los principios fundamentales que guían esta área.
- Recomendar métodos de corrección que mitiguen los problemas de calidad.

## PUBLICO META

El curso está dirigido a ingenieros en las áreas de ingeniería eléctrica, mantenimiento industrial, de ingenierías electromecánicas.

Conocimientos previos básicos de Series de Fourier y Transformada Laplace son necesarios.

## LECCIÓN 1 INTRODUCCIÓN

Sección i: Definición del Problema.  
Sección ii: Caracterización del Problema.  
Transcientes Impulsivas, Transcientes Oscilatorias, Sags Instantáneos, Sags, Momentáneos, Sags Temporales, Swells Instantáneos, Swells Momentáneos, Swells Temporales, Sobre Voltajes, Sub Voltajes, Desbalances, Distorsiones de Onda, Armónicas, Desfase DC, Inter-Armónicas, Notching, Ruido, Fluctuaciones de Voltaje Flicker, Fluctuaciones de Frecuencia.  
Ejercicios.

## LECCIÓN 2 SAGS DE VOLTAJE

Sección i: Definición.  
Sección ii: Causas.  
Motores, Fallas en la Red de Distribución, Switching.  
Sección iii: Tolerancia de Equipos.  
IEEE 1346, SEMI F47 Standard, Curva ITI, SARFIX, Indicadores Clásicos de Confiabilidad, Fluctuaciones Permitidas.  
Sección iv: Prevenciones.  
Red de Distribución, Arranque de Motores.  
Sección v: Técnicas de Mitigación.  
Transformador Ferroresonante, Sintetizador Magnético, Voltage Dip Compensator, Compensador Activo Serial, Dynamic Voltage Restorer, Offline UPS, Online UPS, Dip Proofing Inverter, UPS Híbrida, Conjunto Motor Generador, Static Transfer Switch.  
Ejercicios.

## LECCIÓN 3 CONCEPTOS ELÉCTRICOS (FUNDAMENTOS)

Sección i: Interferencia Electromagnética.  
Sección ii: Acople EMI por impedancias de tierra.  
Sección iii: Acople EMI por medios inductivos.  
Sección iv: Acople EMI por medios capacitivos.  
Sección v: Redes de Resonancia.  
Tanque Serial, Tanque Paralelo, Tanque LCC, Solución al Tanque Serial, Efectos de la Resonancia.  
Ejercicios.

## LECCIÓN 4 SWELLS DE VOLTAJE

Sección i: Definición.  
Sección ii: Causas.  
Rayos, Conmutación de Capacitores, Conmutación de Bancos de Transformadores, Ferroresonancia (síntomas y origen)  
Sección iii: Técnicas de Mitigación.  
Tecnología Crowbar, Tecnología Clamp, Transformadores de Aislamiento con Escudo, Condicionadores de Baja Impedancia, Preinserciones de Resistencias, Cierres Sincronizados.  
Ejercicios

## LECCIÓN 5 CONCEPTOS DE ENERGÍA (FUNDAMENTOS)

Sección i: Conceptos  
Series de Fourier, Potencia Promedio, Trabajo, RMS, Factor de Potencia, Factor de Distorsión.  
Sección ii: Efectos Nocivos de las Armónicas  
Sistemas Trifásicos, Capacitores, Resonancia.  
Sección iii: Estándares Limitaciones Corrientes Armónicas.  
MIL STD 461 B, IEC 555, IEEE 519.  
Ejercicios.

## LECCIÓN 6 RECTIFICADORES NO CONTROLADOS MONOFÁSICOS

Sección i: Rectificador de Media Onda  
Sección ii: Rectificador de Media Onda con Filtro RC  
Sección iii: Duplicador de Voltaje  
Sección iv: Rectificador de Onda Completa.

## LECCIÓN 7 RECTIFICADORES NO CONTROLADOS TRIFÁSICOS

Sección i: Rectificador con carga resistiva.  
Sección ii: Rectificador con carga inductiva.  
Sección iii: Mitigación de Armónicas.  
Declarificación de Potencia, Transformadores K, Reducción de la corriente del neutro, Filtros Pasivos, Filtros Activos, Reactancia de Choque, Fuentes de  
Desfase de Fuentes, Rectificadores de 12 Pulsos, Rectificadores de 18 Pulsos.  
Ejercicios.

## **LECCIÓN 8 RECTIFICADORES CONTROLADOS MONOFÁSICOS**

Sección i: Rectificador de Media Onda con carga resistiva.

Sección ii: Rectificador de Onda Completa con carga resistiva.

Sección iii: Rectificador de Onda Completa con carga inductiva.

## **LECCIÓN 9 RECTIFICADORES CONTROLADOS TRIFÁSICOS**

Sección i: Rectificador con carga resistiva.

Sección ii: Rectificador con carga inductiva

Ejercicios.

## **LECCIÓN 10 CASOS DE ESTUDIO**

Sección i: Dos casos de estudio por estudiante.

## **LECCIÓN 11 INVERSORES**

Sección i: Inversor PWM Senoidal.

Topología, Controlador, Modulación de Ancho de Pulso, Onda de Voltaje.

Sección ii: Entre-Armónicas.

## **LECCIÓN 12 FLICKERS**

Sección i: Fluctuaciones de Voltaje.

Sección ii: Causas.

Sección iii: Mitigación.

Ejercicios.

## **LECCIÓN 13 ARQUITECTURA DE UPS**

Sección i: Static UPS.

On-Line UPS.

Modo de Operación Normal.

Modo de Operación Alterna.

Modo de Operación By-Pass.

Off-Line UPS.

Modo de Operación Normal.

Modo de Operación Alterna.

Line-Interactive UPS.

Modo de Operación Normal.

Modo de Operación Alterna.

Sección ii: Rotary UPS.

Sección iii: Hybrid Static/Rotary UPS.

## **LECCIÓN 14 TIPOS DE UPS**

Sección i: Arquitectura Distribuida.

Sección ii: Arquitectura Centralizada.

Sección iii: Configuración Paralela.

## **LECCIÓN 15 MODOS DE CONTROL DE CARGA-OPERACIÓN EN PARALELO**

Sección i: Conceptos de Sincronía.

Sección ii: Isócrono y Droop.

Sección iii: Modos de Control.

## **LECCIÓN 16 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LAS UPS**

Sección i: Criterios de Desempeño.

## **LECCIÓN 17 FLYWHEELS**

Sección i: Topologías y Generalidades.

## **LECCIÓN 18 ARESEP**

### **NORMA TÉCNICA AR-NT-SUCAL 2015**

Sección i: Calidad de Voltaje de Suministro

Sección ii: Definiciones

Sección iii: Alimentación de Baja Tensión

Frecuencia, Amplitud, Variaciones, Simetría, Armónicas de voltaje y corriente, Parpadeo.

Sección iv: Alimentación a Media Tensión

Frecuencia, Amplitud, Variaciones, Simetría, Armónicas de voltaje y corriente, Parpadeo.

Sección v: Variaciones de Voltaje de Corta Duración

## **LECCIÓN 19 CONCLUSIONES**



## INSTRUCTOR

### Ing. Luis Alejandro Gólcher Barguil, MSc.EE.

Ha impartido por diez años el curso Calidad de la Energía Eléctrica como parte del [Programa de Extensión Docente de la Escuela de Ingeniería Eléctrica](#) de la Universidad de Costa Rica; más de 200 estudiantes se han capacitado actualmente.

El Ing. Gólcher tiene 25 años como profesor del curso de licenciatura Electrónica de Potencia en la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Posee una especialidad en Power Electronics de la University of Colorado at Boulder.



## EVALUACIÓN

Los estudiantes interesados en recibir un certificado de aprovechamiento, deben aprobar el examen al final del curso. El examen consiste de veinticinco preguntas de múltiple opción, las cuales evalúan conocimientos específicos cubiertos en el curso.

Se debe tener una nota mínima de 70%. De lo contrario, el estudiante puede optar por un certificado de participación siempre y cuando haya asistido al menos 70% de las horas lectivas.

## FORMAS DE PAGO

REGISTRO



### Transferencia o depósito bancario:

- Banco Nacional.
- A nombre de Fundación de la UCR para la Investigación.
- Cédula Jurídica: 3-006-101757.
- Número de cuenta en dólares 100-02-000-603735-2 IBAN: CR1515100010026037353.
- INDICAR EN EL DETALLE P.2989-02 y nombre del participante.

**Pago con tarjeta o efectivo** en instalaciones de la [FundaciónUCR](#) de 8:00 a.m. a 4:00 p.m.

**Favor enviar el comprobante de pago al correo [econtinua.eie@ucr.ac.cr](mailto:econtinua.eie@ucr.ac.cr)**



Inscripciones y facturación [econtinua.eie@ucr.ac.cr](mailto:econtinua.eie@ucr.ac.cr)  
Información de contenidos 8837-9460 [luis.golcher@ucr.ac.cr](mailto:luis.golcher@ucr.ac.cr)