

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Eléctricos y Calidad de la energía.
Clave de la asignatura:	OSE-1802
SATCA¹:	3-1-4
Carrera:	Ingeniería Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero eléctrico la capacidad de discernir, analizar y diferenciar los problemas de la calidad de la energía eléctrica, atendiendo la normatividad correspondiente y proponiendo proyectos de corrección de dichos problemas. Así mismo, el estudiante conocerá el uso de equipos de medición para realizar el diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica.</p>
Intención didáctica
<p>El contenido está organizado en siete unidades. Las primeras dos unidades se dedican a la presentación conceptual de los problemas de la Calidad de la Energía Eléctrica (CEE).</p> <p>En la tercera unidad se familiariza con los equipos de medición y diagnóstico de la CEE. En la cuarta unidad se estudia la supervisión, análisis y mejoramiento de la CEE.</p> <p>En la quinta unidad se definen los conceptos relacionados a condiciones armónicas y el análisis de respuesta a la frecuencia. En la sexta unidad se estudian las normas concernientes a armónicos y las técnicas utilizadas para mitigar sus efectos. En la séptima unidad se analizan las armónicas y su propagación mediante modelado y simulación para corregir sus efectos.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Hermosillo, del 14 de abril al 30 de mayo de 2018.	Integrantes de la academia de ingeniería eléctrica del Instituto Tecnológico de Hermosillo.	Reuniones de propuesta de la Especialidad del programa de Ingeniería Eléctrica.

4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura

Caracterizar, medir, registrar, diagnosticar los problemas de CEE y proponer soluciones atendiendo a las normas vigentes.

5. Competencias previas

Conocimientos en ecuaciones diferenciales, series y transformadas de Fourier, análisis de circuitos eléctricos, circuitos magnéticamente acoplados, sistemas eléctricos de potencia e instalaciones eléctricas.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Calidad de la energía eléctrica.	1.1. Definición de calidad de la energía eléctrica 1.2. Terminología para la descripción de Disturbios. 1.3. Problemas de una mala calidad de la Energía eléctrica. 1.4. Análisis de la Curva Information Technology Industry (ITI) Computer Bussines Equipment Manufacturers Association (CBEMA).
2	Principales problemas de calidad de la energía eléctrica.	2.1. Clasificación de problemas de calidad. 2.2. Armónicos en los sistemas eléctricos. 2.3. Depresiones de voltaje e interrupciones 2.4. Variaciones de voltaje 2.5. Transitorios 2.6. Sistemas de tierra y cableado 2.7. Estándar IEEE 1100-1992
3	Medición de la calidad de la energía eléctrica.	3.1. Introducción 3.2. Instrumentos de medición 3.3. Medición y monitoreo en redes eléctricas 3.4. Interpretación de las mediciones 3.5. Estándar IEEE 1159-1992

4	Mejoramiento de la calidad de la energía eléctrica.	<p>4.1. Supervisión de sistemas eléctricos</p> <p>4.2. Procedimientos para el análisis de la calidad de la energía eléctrica</p> <p>4.2. Técnicas para el mejoramiento de la calidad de la energía eléctrica</p> <p>4.3. Equipo para el mejoramiento de la calidad de la energía eléctrica</p>
5	Análisis de los circuitos ante condiciones armónicas.	<p>5.1 Introducción.</p> <p>5.2 Conceptos fundamentales de funciones periódicas..</p> <p>5.3 Definiciones de parámetros eléctricos ante condiciones armónicas.</p> <p>5.4 Resonancia paralelo y resonancia serie.</p> <p>5.5 Respuesta a la frecuencia de redes eléctricas.</p>
6	Control de corrientes armónicas.	<p>6.1 Definiciones ante condiciones armónicas según estándar IEEE-519-1992.</p> <p>6.2 Aplicación del estándar IEEE-519-1992.</p> <p>6.3 Dispositivos que generan corrientes armónicas.</p> <p>6.4 Efectos nocivos de las corrientes armónicas.</p> <p>6.5 Técnicas para la mitigación de corrientes armónicas.</p> <p>6.6 Filtros pasivos.</p> <p>6.7 Corrección del factor de potencia bajo condiciones armónicas.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Introducción a la Calidad de la energía eléctrica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aprender la terminología y clasificación básica de los problemas CEE en sistemas eléctricos. • Identificar las principales causas y los efectos de la mala calidad de la Energía. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación sobre la terminología utilizada en problemas de la CEE. • Realizar investigación de casos reales y sus efectos por la mala calidad de la energía.
<p>2. Principales problemas de calidad de la energía eléctrica.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las técnicas para interpretar y analizar los principales problemas de calidad de energía. • Aplicar el estándar IEEE 1100 -1992 <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar las recomendaciones de la norma IEEE 1100-1992. • Estudiar las causas de los principales disturbios de CEE. • Realizar ejemplos numéricos de aplicación. • Investigar ejemplos prácticos de aplicación.

Tema 3, Medición de la calidad de la energía eléctrica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las técnicas para interpretar y analizar los principales problemas de calidad de energía. • Aplicar el estándar IEEE 1100 -1992 • Utilizar los instrumentos de medición para CEE. • Interpretar las mediciones • Diagnosticar la problemática de CEE, utilizando el estándar IEEE 1159-1992. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar instrumentos de medición de CEE. • Investigar y estudiar casos reales. • Analizar reportes de equipos de medición y realizar su propio diagnóstico.
Tema 4. Mejoramiento de la calidad de la energía eléctrica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <p>Conocer los procedimientos para la identificación de problemas de CEE. Conocer e implementar las técnicas para el mejoramiento de CEE.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar las técnicas para el mejoramiento de la CEE. • Investigar y estudiar los diferentes dispositivos y equipos para el mejoramiento de CEE. • Estudiar casos reales de aplicación.
Tema 5. Análisis de los circuitos ante condiciones armónicas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer la aplicación de las series y transformadas de Fourier en el análisis de circuitos eléctricos. • Conocer la respuesta de circuitos eléctricos ante condiciones armónicas. • Comprender los fundamentos básicos de análisis armónico • Comprender el principio de operación de los equipos de medición de armónicas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar las series de Fourier • Estudiar la transformada discreta de Fourier • Estudiar las definiciones de potencias, valores rms, factor de potencia, etc, ante condiciones armónicas. • Estudiar el análisis de circuitos en condiciones armónicas • Entender el fenómeno de resonancia y sus consecuencias.
<p>Tema 6. Control de corrientes armónicas.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los dispositivos generadores de armónicas y sus efectos. • Conocer las técnicas para el control de armónicas • Aplicar el uso de filtros sintonizados para el control de armónicas en redes eléctricas <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales. • Competencias interpersonales. • Competencias sistémicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar las definiciones de THD, Factor K, y demás índices definidos en el estándar IEEE 519-1992 <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los dispositivos que generan corrientes armónicas • Estudiar los efectos de las corrientes armónicas. • Estudiar las formas de control de armónicas. • Estudiar y aplicar ejemplos para corrección de factor de potencia en condiciones armónicas.

NOTA: LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS CONSISTEN EN LOS SIGUIENTES RUBROS.

- **Competencias instrumentales**

Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Conocimientos básicos de la carrera. Comunicación oral y escrita. Habilidades básicas de manejo de la Computadora. Habilidad, para, buscar información proveniente de diversas fuentes. Solución de problemas, Toma de decisiones.

- **Competencias interpersonales.**

Capacidad crítica y autocrítica. Trabajo en equipo. Habilidades interpersonales

- **Competencias sistémicas.**

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Capacidad de aprender. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Habilidad para trabajar en forma autónoma. Búsqueda del logro.

8. Prácticas

- Prácticas de medición de calidad en la energía. Para esto se requiere equipos de medición especiales dedicados para efectuar el diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica en prácticas de laboratorio y en instalaciones en el campo.
- Simulaciones de armónicas y sistemas eléctricos con software dedicado.
- Análisis matemático con software.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

Fundamentación:

Planeación:

Ejecución:

Evaluación:

10. Evaluación por competencias

Para verificar el avance en las competencias específicas y genéricas del estudiante debemos solicitar:

Instrumentos:

Evaluación con examen escrito y reportes.

Herramientas:

- Lista de asistencia.
- Resultados de evaluaciones.
- Reportes de prácticas.
- Realización del proyecto semestral.

11. Fuentes de información

- [1]. **ELECTRICAL POWER SYSTEMS QUALITY**, R.C. DUGAN, M.F. MCGRANAGHAN, MCGRAW- HILL, 1996.
- [2]. **UNDERSTANDING POWER QUALITY PROBLEMS: VOLTAGE SAGS AND INTERRUPTIONS**, M.H.J. BOLLEN, PISCATAWAY, N.J., IEEE PRESS, 2000.
- [3]. **POWER SYSTEMS HARMONICS: COMPUTER MODELLING AND ANALYSIS**, E. ACHA, M. MADRIGAL, JOHN WILEY & SONS, 2001.
- [4]. **ELECTRIC POWER QUALITY**, G.T. HEYDT, STARS IN A CIRCLE PUBLICATIONS, 1991.
- [5]. **ENERGY FLOW AND POWER FACTOR IN NONSINUSOIDAL CIRCUITS**, W. SHEPHERD & P. ZAND, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1979.
- [6]. **THE FOURIER TRANSFORM AND ITS APPLICATION**, R.N. BRACEWELL, MCGRAW-HILL, 1965.
- [7]. **ANÁLISIS DE FOURIER**, HWEI P. HSU, ADDISON-WESLEY IBEROAMERICA, 1987.
- [8]. **IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR MONITORING ELECTRIC POWER QUALITY**, IEEE STD 1159-1995, NOVEMBER 1995.
- [9]. **IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR POWERING AND GROUNDING SENSITIVE ELECTRONIC EQUIPMENT**. IEEE STD 1100-1992, IEEE PRESS.
- [10]. **IEEE RECOMMENDED PRACTICES AND REQUIREMENTS FOR HARMONIC CONTROL IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS**. IEEE STD 519-1992, IEEE PRESS.
- [11]. **IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS**, IEEE STD 141-1993, IEEE RED BOOK, DECEMBER 1993.
- [12]. **IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR INDUSTRIAL AND COMERCIAL POWER SYSTEMS ANALYSIS** IEEE STD 399-1990, BROWN BOOK, MAY 1990.

