

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Calidad de la Energía Eléctrica
Clave de la asignatura:	SUF-1705
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil de egreso del Ingeniero(a) en Eléctrica las competencias necesarias para introducir al estudiante en la temática de la calidad de la energía eléctrica. En la asignatura se verá la problemática de la calidad de la energía eléctrica. Las estrategias para resolver esta problemática y los equipos tecnológicos que se utilizan. Adquiere el estudiante capacidad de análisis y le permite plantear las estrategias que seguirá para enfrentar los problemas que se plantean en los sistemas eléctricos.</p> <p>Esta asignatura se relaciona con los conocimientos adquiridos en las asignaturas de instalaciones eléctricas e instalaciones eléctrica industriales y circuitos eléctricos 1 y 2, para cumplir con las competencias previas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos fundamentales sobre el principio y operación de máquinas y dispositivos electromagnéticos • Análisis de Circuitos eléctricos • Instalaciones eléctricas industriales • Modelado y elementos de análisis de sistemas eléctricos.
Intención didáctica
<p>El contenido de la materia está dividido en siete temas, en el primer tema se investigará acerca del concepto moderno de la Calidad de la Energía, se hará un recuento de los principales problemas que afectan la calidad de la energía, de sus causas y efectos. En el segundo tema se tratará el uso de las Series de Fourier. En el tercer tema se hará el análisis de potencia en redes lineales y no lineales y se introducirán los conceptos de armónicos y de medidas de distorsión armónica. En el cuarto tema se hará un estudio</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

acerca de las principales fuentes de armónicas en los sistemas eléctricos industriales y las repercusiones que tienen las armónicas en el funcionamiento y operación de los equipos eléctricos. En el quinto tema se tratarán las Normas nacionales e internacionales sobre armónicas haciendo una investigación y reflexión acerca de sus diferencias si es que existiesen. En el sexto tema se abordarán las estrategias para reducir el contenido armónico en las señales de tensión y de corriente. En el séptimo tema se tratarán los problemas provocados por las variaciones de tensión, sus causas y efectos y los equipos utilizados para minimizar los efectos negativos sobre el sistema y los equipos eléctricos y electrónicos.

Las competencias genéricas que se desarrollarán son: Investigación, capacidad de análisis y de síntesis, comunicación oral y escrita, toma de decisiones y solución de problemas. Para que se haga un efectivo desarrollo de tales competencias el docente encargará la realización de trabajos en donde se planteen problemáticas diversas para involucrar y comprometer al alumno para su realización.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna Junio 2017	Academia de Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico de La Laguna	Diseño curricular de la Especialidad: Sistemas de Utilización de la Energía Eléctrica

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Analiza, diseña, evalúa y establece las medidas técnico científicas y los equipos y estrategias más efectivas para resolver los problemas de calidad de la energía que amenazan con destruir, afectar y reducir la eficiencia de los equipos eléctricos y electrónicos.

5. Competencias previas

- Conceptos fundamentales sobre el principio y operación de máquinas y dispositivos electromagnéticos
- Análisis de Circuitos eléctricos
- Instalaciones eléctricas industriales
- Modelado y elementos de análisis de sistemas eléctricos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al tema de Calidad de la Energía Eléctrica	1.1.- Definición 1.2.- Problemas de Calidad de La Energía 1.3.- Explicación breve de causas y efectos
2	Series de Fourier	2.1.- Condiciones de existencia de las S.F. 2.2.- Forma trigonométrica de las S.F. 2.3.- Simetría de las formas de Onda 2.4.- Cálculo de las constantes de la serie 2.5.- Armónicas
3	Análisis de potencia en sistemas lineales y no lineales	3.1.- Potencia en sistemas excitados con funciones senoidales y cargas no lineales 3.2.- Potencia en sistemas excitados por tensiones no senoidales 3.3.- Diagramas de potencia compleja
4.-	Fuentes de armónicas en redes eléctricas	4.1.- Identificación de los equipos eléctricos industriales que generan armónicas en la red. 4.2.- Efectos que producen las armónicas sobre los equipos eléctricos
5	Normas sobre Armónicas	5.1.- A nivel internacional 5.2.- En México
6	Remisión de Armónicas	6.1.- Estrategias para reducir el contenido armónico 6.2.- Filtros pasivos 6.3.- Filtros Activos
7	Variaciones de Tensión	7.1.- Clasificación de las variaciones de tensión 7.2.- Subtensiones 7.3.- Sobre tensiones 7.4.- Sobre tensiones de origen externo 7.5.- Sobre tensiones de origen interno

		7.6.- Estrategias para resolver la problemática provocada por las sobretensiones
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

TEMA1	
Introducción al tema de Calidad de la Energía	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Investiga la problemática de la calidad de la energía eléctrica</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diversas fuentes de información el concepto moderno de calidad de la energía eléctrica para tener el criterio de adoptar una definición propia. • Consultar fuentes de información para conocer los problemas que afectan a la calidad de la energía, y sensibilizarse de los efectos técnicos y económicos que conllevan.
TEMA 2	
Series de Fourier	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica, analiza y resuelve problemas para determinar la serie de Fourier de diversas funciones periódicas</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y aplicar las condiciones de existencia de la series de Fourier • Aplica la simetría de las funciones para minimizar el trabajo que representa el cálculo de las constantes de las Series de Fourier

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas y analiza resultados
<p align="center">TEMA 3</p> <p align="center">Análisis de potencia en Sistemas lineales y no lineales</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula, analiza y deduce la potencia en redes eléctricas lineales y no lineales excitadas por funciones senoidales y no senoidales</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis y cálculo de potencia en redes no lineales excitadas por fuentes de tensión senoidales • Deduce, aplica y calcula la potencia compleja en redes lineales y no lineales excitadas por fuentes de tensión periódicas senoidales y no senoidales. • Emplea equipos de monitoreo y de medición de la calidad de la energía eléctrica

TEMA 4	
Fuentes de armónicas en redes eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diferencia y evalúa cuales elementos de la red eléctrica contribuyen con la generación de armónicas de corriente y cuáles son los efectos que las armónicas tienen sobre los equipos eléctricos y electrónicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación acerca de cargas no lineales • Medición de armónicas y visualización del espectro de frecuencias de diversas cargas • Se realizan cálculos y mediciones de distorsiones armónicas de corriente y de tensión ,totales e individuales • Investiga y hace un análisis de los efectos negativos que tiene las armónicas en los equipos eléctricos y electrónicos • Se realiza una investigación de los elementos particulares empleados en el diseño de transformadores con factor K • Se realizan cálculos de factor K para diversas cargas
TEMA 5	
Normas sobre armónicas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica y evalúa las Normas Nacionales e Internacionales para regular la distorsión armónica en las redes eléctricas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita 	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza y aplica la Norma IEEE 519 en un caso real • Investiga la Norma Mexicana sobre armónicas y hace un análisis comparativo con la Norma IEEE 519 • Investiga las Normas Internacionales sobre Armónicas

<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	
<p align="center">TEMA 6 Remisión de Armónicas</p>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña y diagnostica las mejores estrategias para reducir el contenido armónico en la corriente para mejorar las condiciones de operación y proteger la integridad de los equipos eléctricos y electrónicos</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investiga y aplica las diferentes maneras de reducir el contenido armónico de corriente en las redes eléctricas. Comprueba en laboratorio • Aplica las estrategias en proyectos in situ • Diseña, utiliza, y prueba filtros de armónicas.

TEMA 7 Variaciones de Tensión	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s): Investiga, analiza y resuelve los problemas provocados por las variaciones de tensión que se presentan en los sistemas eléctricos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investiga la problemática integral sobre las variaciones de tensión que se presentan en los sistemas eléctricos • Aplica soluciones para minimizar los efectos. • Investiga, selecciona y aplica los equipos de protección para resolver la problemática que se genera al existir variaciones de tensión.

8. Práctica(s)

- 1.- Conocimiento del equipo de laboratorio de calidad de la energía
- 2.- Medición de armónicos y visualización del espectro de armónicos para diversas cargas eléctricas
- 3.- Análisis comparativo de lámparas ahorradoras de energía
- 4.- Respuesta a la frecuencia
- 5.- Mediciones de potencia compleja
- 6.- Monitoreo de potencia, tensión y corriente en una red eléctrica
- 7.- Proyecto sobre calidad y uso eficiente de la energía

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé 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:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.

11. Fuentes de información

1. - Dugan, R. (2004). *Electric Power Quality*. ? : McGraw Hill.
 2. - Sankaran, C. (2003). *Power Quality*, 1ª edición. ? : Fairmont.
 3. - Mazur, G. (?). *Power Quality Measurements and Monitoring* 1ª edición. USA: Fairmont.
 4. - Porter, G&Sciver, V. (1999). *Power Quality solutions, case studies for troubleshooters*. ? : Fairmont Press.
 - 5.-Normas sobre Calidad de la Energía IEEE
 - 6.- Norma Eléctrica vigente NOM-001-SEIE-2005
 7. - De la Rosa, F. (2006). *Harmonics and Power Systems*. ? : CRC Press.
- Software: Mathcad, PSCAD, HASIP, PQTOY, EMTP-RV