

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Circuitos Eléctricos II
Clave de la asignatura:	ERF-1006
SATCA¹:	3 - 2 - 5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>En esta asignatura se refuerzan los conocimientos y técnicas vistos en circuitos eléctricos 1 y Metrología Mecánica y Eléctrica pero desde el punto de la corriente alterna. Se proporcionan los conceptos necesarios sobre los circuitos eléctricos, en corriente alterna, preparándole para un mejor entendimiento del resto de asignaturas de la especialidad de Ingeniería en Energías Renovables.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Energías Renovables el soporte para que, en complemento con otras, tenga las siguientes competencias: Diseñar, implementar y evalúa sistemas de generación eléctrica con fuentes alternativas para operar de forma aislada o interconectada a la red eléctrica.</p>
Intención didáctica
<p>Se organiza el temario, en 5 temas: En el tema 1 se aborda la solución de circuitos con fuentes de corriente alterna, se plantea la solución en el dominio del tiempo y se concluye utilizando el análisis en el dominio de la frecuencia.</p> <p>En el tema 2 se aborda el tema de respuesta a la frecuencia y filtros, en el tema 3 se estudia acerca de potencias real, aparente, reactiva y compleja, el factor de potencia y su corrección por capacitores.</p> <p>El tema 4 aborda el tema de los circuitos trifásicos, se presentan las fuentes de secuencia positiva y negativa, los tipos de conexiones delta y estrella, de tres hilos y de cuatro hilos. Cargas trifásicas balanceadas y desbalanceadas. En el tema 5 el estudiante aplica todos los conceptos aprendidos anteriormente para conocer el principio de funcionamiento de un inversor. En el tema 6 conocen las generalidades de las subestaciones eléctricas.</p> <p>Para propiciar el dominio de las herramientas de análisis de circuitos es conveniente abordar reiterativamente su aplicación para dominarlas y lograr identificar la herramienta de análisis óptima a emplear, con el fin de desarrollar un mejor desempeño profesional. Es conveniente que se incluya la realización de problemas con el fin de ejercitar la capacidad de discusión, análisis, síntesis, habilidades de comunicación y liderazgo en grupos de trabajo.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Lic. y Asign.. Comunes

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Competencias Específicas: Aplica los conceptos y leyes fundamentales que se emplean en el análisis en estado permanente de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, con apoyo de herramientas de análisis y simulación para entender el funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos aplicables a sistemas de energías renovables.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de derivadas. • Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de integrales. • Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de ecuaciones diferenciales. • Resuelve sistemas de ecuaciones lineales • Utiliza los instrumentos de medición y prueba para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos. • Selecciona y utiliza los diferentes instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas; apoyándose en las normas nacionales e internacionales vigentes. Además de utilizar los equipos de prueba para verificar el estado en que se encuentran las máquinas y equipos electromecánicos. • Analiza y diseña circuitos eléctricos para entender el funcionamiento de los dispositivos electrónicos. • Aplica las leyes básicas de la electrostática y utilizar software de simulación para verificar los conceptos de estas leyes. • Aplica los conceptos básicos de energía electrostática para la resolución de problemas. • Conoce la función de los componentes principales de la electrónica de potencia para entender la operación de los inversores.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.	1.1 Representación de la función senoidal. 1.2 El concepto de fasor, impedancia y admitancia. 1.3 Señales senoidales y circuitos simples. 1.4 Concepto de fasor e impedancia. 1.5 Técnicas de análisis de circuitos.
2	Análisis de circuitos en el dominio de la Frecuencia compleja	2.1 Concepto de frecuencia compleja. 2.2 Frecuencia compleja en el análisis de circuitos. 2.3 Respuesta natural de un circuito.

		<p>2.4 Condiciones de resonancia en circuitos RLC paralelo.</p> <p>2.5 Condiciones de resonancia en circuitos RLC serie.</p>
3	Potencia y Energía Eléctrica.	<p>3.1 Potencia instantánea, media y valores eficaces.</p> <p>3.2 Factor de potencia.</p> <p>3.3 Potencia compleja.</p> <p>3.4 Energía Eléctrica.</p>
4	Circuitos trifásicos.	<p>4.1 Generación de CA trifásica.</p> <p>4.2 Circuitos trifásicos con cargas balanceadas en estrella y delta. Equivalentes monofásicos.</p> <p>4.3 Circuitos trifásicos con cargas desbalanceadas en estrella y delta.</p>
5	Inversores	<p>5.1 Conceptos básicos de los inversores de modo conmutado y su aplicaciones en sistemas de energías renovables</p> <p>5.2 Tipo de Inversores monofásicos para sistemas domésticos.</p> <p>5.2.1 Tipos de fallas en los inversores en función de la carga típicas domesticas comerciales e industriales</p> <p>5.3 Inversores trifásicos industriales tipo variador de frecuencia y para sistemas de interconexión en líneas de bajo, medio y alto voltaje</p> <p>5.3.1. Armónicos en los inversores</p> <p>5.4 Tipos de supresión de voltaje en los inversores</p> <p>5.5 Métodos de conmutación de inversores</p> <p>5.6 Modos de operación de rectificadores</p>
6	Introducción a las Subestaciones Eléctricas	<p>5.1 Tipos de subestaciones eléctricas</p> <p>5.2 Arreglos básicos de subestaciones eléctricas</p> <p>5.3 Generalidades del sistemas de tierras en subestaciones eléctricas</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza y resuelve problemas de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, comprobando la solución con software de simulación para estudiar el comportamiento de las señales.</p> <p>Competencias genéricas</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los parámetros que definen a las funciones senoidales. • Observar en un osciloscopio un conjunto de señales de diferente frecuencia y amplitud, comentar las observaciones y sacar las conclusiones correspondientes. • Llevar a cabo un análisis de la transformación de una función senoidal del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, en estado estable. • Investigar cuales son las razones por la que es importante estudiar las fuentes de energía senoidales. • Investigar el concepto de fasor y representarlo gráficamente. • En equipos de trabajo utilizar el concepto de impedancia para generar los equivalentes de la conexión en serie y en paralelo. • Aplicar el análisis de mallas, el análisis de nodos y hacer una reflexión acerca del uso universal de estos métodos. Se sugiere que esta actividad se realice en forma grupal. • Aplicar los teoremas de redes para analizar y representar a una red eléctrica. • Elaborar un problemario en sesiones extra clase para preparar el examen del tema.
Análisis de circuitos en el dominio de la Frecuencia compleja	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conceptos de respuesta a la frecuencia en circuitos RLC y su</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un reporte de las aplicaciones en las que se utilice el fenómeno de resonancia en sistemas eléctricos y electrónicos (evidencia).

<p>representación en el plano complejo y en un diagrama de Bode, con apoyo de software de simulación para entender el funcionamiento de los filtros.</p> <p>Genéricas</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las relaciones que existen entre la frecuencia de resonancia, el ancho de banda y el factor de calidad y hacer un análisis crítico del comportamiento de circuitos RLC (serie y paralelo). • Realizar una investigación acerca de los diferentes tipos de filtros que existen y su campo de aplicación en la resolución de problemas prácticos. • Obtener la respuesta a la frecuencia utilizando diagramas de Bode para filtros sintonizados. • Diseñar un filtro sintonizado para una aplicación en particular (evidencia). • En grupos de trabajo y en horas extra clase desarrollar un problemario de ejercicios previos al examen de evaluación.
---	--

Potencia y Energía Eléctrica.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza y resuelve problemas de potencia eléctrica, modela y obtiene resultados con software de simulación para analizar el comportamiento de sistemas eléctricos e implementar técnicas de corrección.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir genéricamente el término potencia y generar una definición de la potencia eléctrica en un sistema eléctrico. • Deducir las ecuaciones para la potencia instantánea, y poner a discusión la ley de la conservación de la energía. • Determinar el valor medio de la potencia instantánea para varias funciones excitatrices. • Investigar la definición de valor eficaz de una función periódica y determinar su expresión para varios casos (documento de evidencia). • Expresar la potencia media demandada por un elemento general de circuitos en función de los valores eficaces de corriente y tensión. • Investigar como surgen los términos: potencia compleja, factor de potencia, potencia reactiva y como se generan los triángulos de potencia.

	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un análisis un caso práctico de un usuario industrial que opera a un factor de potencia “bajo”, y el de un usuario que opera con un factor de potencia “alto”, para establecer cuáles son las razones para corregir el factor de potencia (documento de evidencias). • Comparar los métodos para corregir el factor de potencia. • Corregir el factor de potencia de cargas industriales y determinar cómo y en donde se va a conectar el capacitor (documento de evidencias). • En grupos de trabajo y en horas extra clase desarrollar un problemario de ejercicios previos al examen de evaluación (evidencia).
Circuitos trifásicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza y resuelve problemas de circuitos trifásicos balanceados y desbalanceados, modela el sistema y obtiene resultados con software de simulación con el fin de conocer el comportamiento de las señales de salida.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para trabajar en equipo</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la definición de fase y realizar un reporte escrito (evidencia). • Hacer un análisis de la forma de generar un sistema bifásico de CA senoidal. • Buscar información y elaborar un ensayo de la importancia de los sistemas eléctricos trifásicos sobre otros sistemas polifásicos (evidencia). • Llevar a la discusión las características, ventajas y desventajas de las conexiones trifásicas de un generador eléctrico (Reporte de Grupo de trabajo). • Resolución de problemas de cargas trifásicas balanceadas y desbalanceadas en forma analítica, experimental y con software de simulación. • Deducir las expresiones para hacer las transformaciones estrella en delta y delta en estrella.

	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver y analizar circuitos donde intervengan varias cargas con alimentación trifásica. • En grupos de trabajo y en horas extra clase desarrollar un problemario de ejercicios previos al examen de evaluación (evidencia).
Inversores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica (s):</p> <p>Conoce el principio de funcionamiento de los inversores para llevar a cabo una aplicación adecuada de los mismos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Habilidad en el uso de programas de simulación de circuitos</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los principios básicos en que los inversores operan • Determinar las afectaciones que tiene los inversores tipo monofásico en función de las cargas externas • Conocer el funcionamiento de los inversores trifásicos y el máximo desbalance que permiten entre fases • Conocer las características principales de operación entre los inversores monofásicos y los trifásicos
6. Subestaciones Eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conoce los tipos y arreglos básicos de las subestaciones eléctricas así como sus componentes para seleccionar adecuadamente una configuración para aplicaciones específicas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visitar una subestación de distribución y de potencia para conocer sus componentes. • Realizar un diagrama unifilar de la subestación de potencia. • Consultar manuales de fabricante de subestaciones eléctricas para identificar mejor sus elementos.

8. Práctica(s)

Unidad 1

- Medir valores máximos y eficaces de tensión y corriente.
- Demostrar las leyes de Kirchoff de manera analítica y validar los resultados empleando software de simulación, para posteriormente realizar la comprobación experimental.
- Demostrar los teoremas de superposición, Thévenin, Norton y de máxima transferencia de potencia, de manera analítica y validar los resultados empleando software de simulación, para posteriormente, realizar la comprobación experimental.

Unidad 2

- Determinar la respuesta a la frecuencia de circuitos RLC utilizando software de simulación.

Unidad 3

- Realizar la medición de potencias (activa y reactiva) y factor de potencia en un circuito monofásico y verificar en forma analítica y con software de simulación la respuesta del sistema.
- Realizar la corrección del factor de potencia en un circuito trifásico y verificar en forma analítica y con software de simulación la respuesta del sistema.
- Realizar la medición de potencia activa trifásica empleando 3 wattmetros y comprobar dicha medición con el método de los 2 wattmetros.

Unidad 4

- Medición de tensiones y corrientes de línea y de fase, en conexiones delta y estrella, con cargas balanceadas y desbalanceadas.

Unidad 5.

- Visitar una subestación eléctrica de la localidad.

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:** 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 de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Evaluación de reportes de investigaciones documentales y experimentales.
- Evaluación de reportes de prácticas, con solución analítica, simulaciones y circuitos físicos.
- Revisión de tareas de los problemas asignados en forma grupal o individual.
- Evaluar con examen los conocimientos adquiridos en clase.

11. Fuentes de información

1. Hayt Jr, William y Kemmerly, Jack E. (2007) *Análisis de Circuitos en Ingeniería*. México: Graw Hill.
2. Irwin, J. D.(1997). *Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería*. Prentice Hall.
3. Jonson, D. E. y Hilburn, J.L. (1996) *Análisis Básico de Circuitos Eléctricos*. Ed. Prentice Hall.
4. Boylestad, R. L. (2011) *Análisis Introductorio de Circuitos*. México: Pearson.
5. Alexander, C.K. y Sadiku, M.N. O. (2002) *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. México: McGraw Hill. Inc.
6. Wolf, S.(1992). *Guía para prácticas de Laboratorio*. Prentice Hall.
7. Karris, S.T. (2003) *Circuit Analysis II with Matlab Aplications*. Ooechard Publications.
8. Mahmood, N. y Edminister J. A..(2003) *Electric Circuits*. McGraw Hill.
9. Bird, J.. (2010) *Electrical Circuit Theory and Technology*. Newnes
10. Lopez,M., Sans Postills, M. Miró Sanz, M. (1999) *P-Spice para Teoría de Circuitos*. Ediciones UPC. 1999.