

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Circuitos Eléctricos II**

Carrera: **Ingeniería en Energías Renovables**

Clave de la asignatura: **ERF-1006**

SATCA¹ **3 - 2 - 5**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

En esta asignatura se refuerzan los conocimientos y técnicas vistos en circuitos eléctricos¹, 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.

Se refiere a:

- Los dispositivos eléctricos y fuentes de corriente alterna (CA) con las que se ha de trabajar.
- Métodos y técnicas de análisis a emplear en los circuitos.
- Metodologías y estrategias a utilizar en el estudio.
- Modelado de elementos reales por medio de esquemas y circuitos para su análisis y estudio.
- Metodologías y estrategias a utilizar en la resolución de problemas.
- Particularización de las técnicas para las distintos tipos de fuentes de energía (en especial de corriente alterna).
- Métodos para la simulación de circuitos

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Energías Renovables el soporte para que, en complemento con otras, tenga las siguientes competencias:

- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas eléctricos, conforme a la normatividad nacional e internacional vigente.
- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas de utilización de la energía eléctrica, con base en las normas de eficiencia energética.
- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas de control y automatización usando tecnología de punta,

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en seis unidades:

En la primera unidad 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.

En la segunda unidad se aborda el tema de respuesta a la frecuencia y filtros, se define la función de transferencia de la red eléctrica y se analiza para diferentes tipos de fuentes su respuesta estacionaria. Se clasifica la red según sea su respuesta a la frecuencia para el diseño de filtros.

En la tercera unidad se aborda el tema de las potencias real, aparente, reactiva y compleja, el factor de potencia y su corrección por capacitores.

En la cuarta unidad se 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.

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 para determinado caso, 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.

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; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

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. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión, la discusión y que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso.

Esta resolución de problemas es importante pues su práctica constante es la verdadera clave para tener éxito en el logro de los objetivos de análisis de circuitos. La actividad reiterada es “el mejor maestro” y “aprender de nuestros propios errores” siempre será parte importante de lograr ser un buen ingeniero.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas
<p>Aplicar 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.</p>	<p>1.- Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Conocimientos básicos de circuitos eléctricos.• Comunicación oral y escrita.• Habilidades básicas de manejo de la computadora.• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Solución de problemas.• Toma de decisiones. <p>2.- Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica.• Trabajo en equipo.• Habilidades interpersonales. <p>3.-Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none">• 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.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Puebla, del 8 al 12 de junio de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Milpa Alta Veracruz y Villahermosa.	Contexto global y nacional en energía. Marco jurídico nacional e internacional. Justificación de la carrera
Instituto Tecnológico de Puerto Vallarta, del 10 al 14 de Agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Villahermosa, Orizaba y La Laguna.	Reunión de Diseño curricular de la carrera, definiendo la retícula y los programas sintéticos.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de agosto de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, Saltillo, Minatitlán y Villahermosa	Formulación de programas desarrollados para las materias de primer semestre
Instituto Tecnológico de la Laguna del 28 de agosto del 2009 al 21 de mayo de 2010.	Representante de la academia de Ingeniería Eléctrica.	Formulación de propuesta de programa desarrollado por competencias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, León, Mexicali, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Veracruz, Villahermosa y Milpa Alta.	Reunión Nacional de Consolidación de la carrera de Ingeniería en energías renovables.

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Aplicar 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.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Reconocer los métodos con los que una ecuación diferencial puede ser resuelta.
- Resolver ecuaciones diferenciales de primer orden e interpretar gráficamente las soluciones.
- Resolver ecuaciones diferenciales lineales de orden superior:
 - Homogéneas.
 - No homogéneas (Método de los coeficientes indeterminados y el de variación de parámetros).
- Modelar situaciones típicas utilizando ecuaciones diferenciales de primer orden. Aplicar técnicas y métodos para analizar y resolver circuitos eléctricos resistivos, de primero y segundo orden, comprobando las respuestas con software de simulación.
- Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.

Aportación al perfil

1. Formular, gestionar y evaluar proyectos de desarrollo de ingeniería relacionados con las fuentes renovables de energía, en el marco del desarrollo sustentable.
2. Diseñar e implementar estrategias para el uso eficiente de la energía en el sector transporte, en las edificaciones, las actividades productivas y de servicios.
3. Diseñar, gestionar, implementar y controlar actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas ingenieriles utilizados para la transformación y almacenamiento de la energía proveniente de fuentes renovables.

7.- TEMARIO

Unidad	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. 2.4 Condiciones de resonancia en circuitos RLC paralelo. 2.5 Condiciones de resonancia en circuitos RLC serie.
3	Potencia y Energía Eléctrica.	3.1 Potencia instantánea, media y valores eficaces. 3.2 Factor de potencia. 3.3 Potencia compleja. 3.4 Energía Eléctrica.
4	Circuitos trifásicos.	4.1 Generación de CA trifásica. 4.2 Circuitos trifásicos con cargas balanceadas en estrella y delta. Equivalentes monofásicos. 4.3 Circuitos trifásicos con cargas desbalanceadas en estrella y delta.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación y manejo de variables.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

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.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar y resolver problemas de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, comprobando la solución con software de simulación.</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.

Unidad 2: Análisis de circuitos en el dominio de la Frecuencia compleja.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Aplicar los conceptos de respuesta a la frecuencia en circuitos RLC y su representación en el plano complejo y en un diagrama de Bode, con apoyo de software de simulación.</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).• 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. (evidencia).

Unidad 3: Potencia y Energía Eléctrica.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar y resolver problemas de potencia eléctrica, así como modelar el sistema y obtener resultados con software de simulación.</p> <p>Analizar y modelar sistemas eléctricos con bajo factor de potencia para implementar técnicas de corrección.</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.• 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 cuales 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 como 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).

Unidad 4: Circuitos trifásicos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar y resolver problemas de circuitos trifásicos balanceados y desbalanceados, así como modelar el sistema y obtener resultados con software de simulación.</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.• 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).

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes impresas (libros)

1. Bobrow, Eduard. *Análisis de Circuitos Eléctricos*. Ed. Interamericana.
2. Van Valkenburg, M. E. *Análisis de Redes*. Ed. Limusa.
3. Hayt Jr, William y Kemmerly, Jack E. *Análisis de Circuitos en Ingeniería*. Ed. Mc. Graw Hill.
4. Irwin, J. David. *Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería*. Prentice Hall. 1997
5. Jonson, David E. y Hilburn, John L. *Análisis Básico de Circuitos Eléctricos*. Ed. Prentice Hall.
6. Boylestad, Robert L. *Análisis Introductorio de Circuitos*. Ed. Trillas. 1998
7. Edminister, Joseph A. *Circuitos Eléctricos*. Ed. Mc Graw Hill. 1994
8. Dorf, Richard C. *Introduction to Electric Circuits*. Wiley.
9. Alexander, Charles K. y Sadiku, Matthew N. O. *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. McGraw Hill. Inc. 2002.
10. Wolf, Stanley. *Guía para prácticas de Laboratorio*. Prentice Hall. 1992
11. Karris, Steven T. *Circuit Analysis II with Matlab Applications*. OOEchard Publications. 2003.
12. Attia, John O. *Electronics and Circuit Analysis using Matlab*.
13. Mahmood, N. y Edminister J. A.. *Electric Circuits*. McGraw Hill. 2003.
14. Bird, John. *Electrical Circuit Theory and Technology*. Newnes
15. Miguel Lopez, J. M. Sans Postills, M. Miró Sanz, M. *P-Spice para Teoría de Circuitos*. Ediciones UPC. 1999.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

Unidad 1

- Medir valores máximos y eficaces de tensión y corriente.
- Demostrar las leyes de Kirchhoff 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 wáttmetros y comprobar dicha medición con el método de los 2 wáttmetros.

Unidad 4

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