

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Circuitos Eléctricos II
Carrera :	Ingeniería Eléctrica
Clave de la asignatura :	ELJ-1003
SATCA ¹	4 - 2 - 6

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

En esta asignatura se refuerzan los conocimientos y técnicas vistos en Circuitos I, pero desde el punto de vista de la corriente alterna. Se proporcionan los conceptos necesarios sobre los circuitos eléctricos en corriente alterna, desarrollando competencias que le permitan al estudiante para abordar asignaturas de la especialidad en los cursos sucesivos.

Se refiere a:

- Los elementos y señales con las que 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 los distintos tipos de fuentes de energía (en especial de corriente alterna).
- Métodos para la simulación de circuitos

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

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

Con lo anterior, se desarrollarán las competencias previas para otras materias de la retícula como son Control I, Control II, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Eléctricas Industriales, Máquinas Eléctricas y Modelado de SEP., así como a algunas materias de la especialidad.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en seis unidades:

En la primera unidad se aborda la solución de circuitos con fuentes de CA, 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 presentan las redes de dos puertos, se aplican las pruebas de circuito abierto y de corto circuito para determinar los parámetros y se interconectan redes en distintos arreglos.

En la tercera unidad se aborda el problema de los circuitos acoplados magnéticamente, se define la inductancia mutua, se determinan las polaridades de bobinas acopladas en base a los detalles físicos de los arrollamientos y se define la convención de puntos para bobinas acopladas. Se define el coeficiente de acoplamiento y se concluye con el estudio del transformador ideal.

En la cuarta unidad se aborda el tema de los circuitos trifásicos, se presentan las fuentes de secuencia positiva y negativa, los tipos de cargas delta y estrella conexiones de tres hilos y de cuatro hilos. Cargas trifásicas balanceadas y desbalanceadas.

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

En la sexta unidad se aborda el tema de respuesta a la frecuencia, se define la función de red y se presenta el concepto de polos y ceros; se determina la respuesta a la frecuencia de algunos circuitos simples, el diseño de filtros, y se introduce el Método de Bode.

Para propiciar el dominio de las herramientas del análisis de circuitos, en los estudiantes, es conveniente realizar constantemente aplicaciones hasta que puedan identificar la herramienta de análisis óptima a emplear según el caso. Con ello se buscará lograr un mejor desempeño profesional. Es conveniente que se incluya la resolución de problemas con el fin de ejercitar el análisis, síntesis, habilidades de comunicación, capacidad de discusión y liderazgo en grupos de trabajo.

Se sugiere que en la asignatura se realicen actividades prácticas que 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 sólo guíe a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar, que aprendan a planificar, y se involucren en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugiere incluir las necesarias para hacer significativo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y, una vez en el aula, comenzar el análisis y discusión de los resultados observados.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante 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.

Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva particularmente a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo 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 y en consecuencia actúe de manera profesional.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:

Conocer, comprender y 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.

Competencias genéricas:

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 y analizar información proveniente de fuentes diversas
- 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.
- Cumplir las metas establecidas.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Eléctrica de los Institutos Tecnológicos de: Veracruz, Chihuahua, Pachuca, La Laguna, Superior de Valle de Bravo</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer, comprender y 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).
- Aplicar la Transformada de Laplace como una herramienta útil en la solución de ecuaciones (Movimiento vibratorio y circuitos eléctricos)
- 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.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.	1.1 Características de la onda senoidal: período, frecuencia, valores instantáneos y máximos. 1.2 Potencia instantánea y media. Valor eficaz de voltaje y corriente. Concepto de factor de potencia. 1.3 Representación y operaciones con números complejos. 1.4 Notación fasorial y conceptos de impedancia y admitancia compleja. 1.5 Análisis nodal y por mallas de redes eléctricas. 1.6 Teorema de superposición. 1.7 Teorema de reciprocidad. 1.8 Teoremas de Thévenin, Norton y máxima transferencia de potencia

2	Redes de dos puertos	2.1 Parámetros de redes de dos puertos. 2.2 Parámetros z , y , h , T y Π . 2.3 Interconexión de redes de dos puertos
3	Circuitos acoplados magnéticamente.	3.1 El fenómeno de la inducción. 3.2 Autoinducción, inducción mutua y acoplamiento magnético. 3.3 Análisis de circuitos con acoplamiento magnético. 3.4 Circuitos equivalentes. 3.5 El transformador ideal, marcas de polaridad, e impedancias reflejadas.
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.
5	Potencia eléctrica.	5.1 Potencia real, reactiva y aparente. Potencia compleja. Triángulo de potencias. 5.2 Corrección del factor de potencia. 5.3 Medición de potencia en circuitos trifásicos. Método de los dos wáttmetros.
6	Análisis en el dominio de la frecuencia.	6.1 Introducción al problema de respuesta en frecuencia. 6.2 Respuesta en frecuencia de circuitos RL, RC y RLC. 6.3 Circuitos resonantes serie y paralelo. 6.4 Gráficas de polos y ceros en el plano s . 6.5 Tipos de filtros.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de 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 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

Se sugiere evaluar la asignatura considerando:

- Reportes de investigaciones documentales y experimentales.
- Reportes de prácticas, con solución analítica, simulaciones y circuitos físicos.
- El cumplimiento de tareas en donde resuelvan problemas asignados, ya sea en forma grupal o individual.
- Examen de conocimientos.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

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

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y resolver problemas de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, comprobando la solución con software de simulación.	<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, empleando software de simulación.• 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 extraclase para preparar el examen del tema.

Unidad 2: Redes de dos puertos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Calcular los parámetros z , y , h , T y Π de redes eléctricas de dos puertos y modelarlos para analizar su relación y aplicación con apoyo de software de simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar la existencia en la práctica de redes de dos puertos (generar evidencia)• Relacionar los diferentes parámetros de las redes de dos puertos y obtener sus circuitos equivalentes, en forma analítica, experimental y por simulación con el software adecuado.• Conectar entre sí redes de dos puertos y hacer un análisis de las relaciones entrada salida del conjunto, en forma analítica, experimental y por simulación con el software adecuado. Se recomienda que esta actividad se haga en un seminario para enriquecer y discutir las propuestas.• Resolver una serie de problemas sobre redes de dos puertos, previo al examen del tema (evidencia).

Unidad 3: Circuitos acoplados magnéticamente

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Modelar circuitos acoplados magnéticamente, obteniendo parámetros eléctricos para el análisis del comportamiento del sistema en estado estable.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar una investigación para encontrar dispositivos, máquinas y sistemas que contengan acoplamientos magnéticos. (documento de evidencias)• En seminario se discutirá y analizará la formulación del acoplamiento magnético en un conjunto de bobinas en donde se muestre físicamente como están devanadas sobre un núcleo lineal.• Determinar empíricamente las marcas de polaridad instantánea en bobinas que tengan acoplamientos. Justificar los métodos utilizados y elaborar un informe técnico. (documento de evidencias)• Discutir y aplicar la regla de los puntos para determinar las marcas de polaridad.• En equipos de trabajo resolver problemas donde se tengan acoplamientos

	<p>magnéticos y conductivos, cerrar el problema haciendo el análisis y síntesis, así como la obtención del equivalente correspondiente. Elaborar un banco de problemas (documento de evidencias).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas con acoplamientos magnéticos utilizando herramientas de cómputo. • Calcular y analizar la energía almacenada en un circuito donde existan circuitos con acoplamientos magnéticos. • Formular las relaciones tensión corriente en un transformador ideal. • En grupos de trabajo y en horas extraclase desarrollar un banco de problemas con ejercicios resueltos previos al examen. (evidencia)
--	---

Unidad 4: Circuitos trifásicos.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<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 trifásicas en paralelo.

	<ul style="list-style-type: none"> • En grupos de trabajo y en horas extraclase desarrollar un banco de problemas con ejercicios resueltos previamente al examen. (evidencia).
--	---

Unidad 5: Potencia eléctrica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<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 actor 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)

	<ul style="list-style-type: none"> • En grupos de trabajo y en horas extraclase desarrollar un banco de problemas, previo al examen. (evidencia)
--	---

Unidad 6: Análisis en el dominio de la frecuencia

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<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, utilizando software de simulación. • Diseñar un filtro sintonizado para una aplicación en particular (evidencia) • En grupos de trabajo y en horas extraclase desarrollar un banco de problemas previo al examen. (evidencia)

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

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

- Obtención experimental de los parámetros de redes de dos puertos, con comprobación analítica y por simulación.
- Obtención experimental de parámetros al interconectar en cascada, paralelo y serie, redes de dos puertos. Comprobar resultados en forma analítica y por simulación con el software adecuado.

Unidad 3

- Determinar las marcas de polaridad en transformadores monofásicos y trifásicos.
- Realizar el cálculo de circuitos acoplados magnéticamente, empleando su circuito eléctrico equivalente.

Unidad 4

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

Unidad 5

- 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 6

- Determinar la respuesta a la frecuencia de circuitos RLC utilizando software de simulación.
- Determinar y graficar en una escala semilogarítmica la respuesta a la frecuencia de un circuito activo o pasivo.

▪