

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Circuitos Eléctricos II
Clave de la asignatura:	ELJ-1003
SATCA¹:	4-2-6
Carrera:	Ingeniería Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

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

El alcance conceptual para este curso está formado por:

- Los elementos y señales con las que habrá de trabajar.
- Formulación, métodos y técnicas de análisis utilizados en la solución de estos circuitos.
- Modelado de elementos para el análisis eléctrico correspondiente
- Metodologías y estrategias a utilizar en la resolución de problemas.
- Simulación de circuitos.

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

- Planea, diseña, instala y opera sistemas eléctricos, conforme a la normatividad nacional e internacional vigente; opera sistemas de utilización de la energía eléctrica, con base en la normatividad para el desarrollo de proyectos eléctricos eficientes y sustentables.
- 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, Transformadores, Máquinas sincrónicas y de CD, Motores de inducción y especiales, Modelado de SEP., así como a algunas materias de la especialidad.

Intención didáctica

Se organiza el temario, en seis temas:

En el primer tema se trata 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 el segundo tema 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 el tercer tema 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 el cuarto tema se tratan 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.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En el quinto tema se plantea lo correspondiente a las potencias real, aparente, reactiva y compleja, el factor de potencia y su corrección por capacitores.

En el sexto tema se aborda la 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 solución de problemas con el fin de ejercitar el análisis, síntesis, habilidades de comunicación, capacidad de discusión y liderazgo en grupos de trabajo.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	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.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	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.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Culiacán, Hermosillo, La Laguna, Mexicali, Oaxaca, Pachuca, Querétaro, Tuxtla Gutiérrez y Veracruz.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.

Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Conoce, comprende y aplica los conceptos y leyes fundamentales que se emplean en el análisis de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna senoidal, con apoyo de herramientas de análisis y simulación.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Maneja los números complejos y las diferentes formas de representarlos, así como las operaciones entre ellos para tener una base de conocimiento a utilizar en ecuaciones diferenciales y en diferentes aplicaciones de ingeniería. • Da solución a problemas de aplicación e interpreta las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería. • Utiliza los instrumentos de medición y prueba para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y/o circuitos eléctricos. • Reconoce y aplica la Transformada de Laplace como una herramienta útil en la solución de ecuaciones que se presentan en la solución de circuitos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.	1.1 de la onda senoidal: período, frecuencia, valores instantáneos y máximos.

		<p>1.2 Potencia instantánea y media. Valor eficaz de voltaje y corriente. Concepto de factor de potencia.</p> <p>1.3 Representación y operaciones con números complejos.</p> <p>1.4 Notación fasorial y conceptos de impedancia y admitancia compleja.</p> <p>1.5 Análisis nodal y por mallas de redes eléctricas.</p> <p>1.6 Teorema de superposición.</p> <p>1.7 Teorema de reciprocidad.</p> <p>1.8 Teoremas de Thevenin, Norton y máxima transferencia de potencia</p>
2	Redes de dos puertos	<p>2.1 Parámetros de redes de dos puertos.</p> <p>2.2 Parámetros z, y, h y T.</p> <p>2.3 Interconexión de redes de dos puertos</p>
3	Circuitos acoplados magnéticamente.	<p>3.1 El fenómeno de la inducción.</p> <p>3.2 Autoinducción, inducción mutua y acoplamiento magnético.</p> <p>3.3 Análisis de circuitos con acoplamiento magnético.</p> <p>3.4 Circuitos conductivos equivalentes del circuito magnético.</p> <p>3.5 El transformador ideal, marcas de polaridad, e impedancias reflejadas.</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	Potencia eléctrica.	<p>5.1 Potencia real, reactiva y aparente. Potencia compleja. Triángulo de potencias.</p> <p>5.2 Corrección del factor de potencia.</p> <p>5.3 Medición de potencia en circuitos trifásicos. Método de los dos wáttmetros.</p>
6	Análisis en el dominio de la frecuencia.	<p>6.1 Introducción al problema de respuesta en frecuencia.</p> <p>6.2 Respuesta en frecuencia de circuitos RL, RC y RLC.</p> <p>6.3 Circuitos resonantes serie y paralelo.</p> <p>6.4 Gráficas de polos y ceros en el plano s.</p> <p>6.5 Tipos de filtros.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Análisis de redes de corriente alterna en estado estacionario.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y aplica las técnicas adecuadas para dar solución a problemas de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, comprobando la solución con software de simulación.</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 interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<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 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.
2. Redes de dos puertos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula los parámetros z, y, h y T de redes eléctricas de dos puertos y los modela para analizar su relación y aplicación con apoyo de software de simulación.</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. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<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).
3. Circuitos acoplados magnéticamente	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación para encontrar dispositivos, máquinas y sistemas que contengan

<p>Modela circuitos acoplados magnéticamente, obteniendo parámetros eléctricos para el análisis del comportamiento del sistema en estado estable. 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 interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<p>acoplamientos magnéticos. (documento de evidencias)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Determinar el circuito equivalente conductivo de un circuito con acoplamiento magnético y simular el comportamiento con el software adecuado.
4. Circuitos trifásicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y aplica las técnicas adecuadas para dar solución a problemas de circuitos eléctricos trifásicos balanceados y desbalanceados y modela el sistema para comprobar los resultados con software de simulación. 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. • Capacidad de trabajo en equipo. 	<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) • Dar solución a problemas de cargas trifásicas balanceadas y desbalanceadas en forma analítica, experimental y con software de simulación. • Analizar y dar solución a problemas de circuitos donde intervengan varias cargas trifásicas en paralelo.
5. Potencia eléctrica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y aplica las técnicas adecuadas para dar solución a problemas de circuitos eléctricos de potencia y modela el sistema para comprobar los resultados con software de simulación. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. 	<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

<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 interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 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.(documento de evidencias)
6. Análisis en el dominio de la frecuencia.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica los conceptos de respuesta a la frecuencia en circuitos RLC para su representación en el plano complejo y en un diagrama de Bode y comprueba la respuesta con apoyo de software de simulación.</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. • Capacidad de trabajo en equipo. 	<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)

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Tensión y corriente en CA • Reactancia capacitiva • Reactancia Inductiva • Redes de dos puertos con elementos resistivos • Redes de dos puertos con impedancias

- Interconexión de redes de dos puertos
- Marcas de polaridad
- Coeficientes de acoplamiento magnético
- Simulación de redes con acoplamientos magnéticos
- Conexiones trifásicas con cargas balanceadas y desbalanceadas
- Medición de potencia
- Corrección de factor de potencia

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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

La evaluación de la asignatura se hará con base en el 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.

(La evaluación por competencias se llevará a cabo a través de la constatación de los desempeños académicos logrados por el estudiante; es decir, mostrando las competencias profesionales explicitadas en los temas de aprendizaje). La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje.

11. Fuentes de información

1. Hayt Jr, W. H., Kemmerly J. E., Durbin S. M. (2012). Análisis de Circuitos en Ingeniería. (8ª Ed). Mc. Graw Hill.
2. Irwin J. D., Nelms R. M. (2010). Basic Engineering Circuit Analysis. (10ª Ed.). John Wiley & Sons.
3. Boylestad, R. L. (2010). Introducción al Análisis de Circuitos. (12ª Ed.). Pearson. Educación de México
4. Alexander C. K., Sadiku M. N. O. (2006). Fundamentos de Circuitos Eléctricos.. McGraw Hill. Inc.
5. Dorf R. C., Svoboda J. A. (2010). Introduction to Electric Circuits. (8ª Ed.). John Wiley & Sons.
6. Karris, S. T. (2009). Circuit Analysis II with Matlab Applications. (1ª Ed.). Orchard. Publications.
7. Yang W. Y., Lee S. C. (2007). Circuit Systems with MATLAB and PSpice. Wiley.
8. Svoboda J. A. (2007). PSpice for linear circuits. John Wiley & Sons.
9. Mahmood N. y Edminister J. A. (2011). Electric Circuits. Schaum's Easy Outline of Electric Circuits. (5ª Ed.). McGraw Hill.
10. Bird, J. (2010). Electrical Circuit Theory and Technology. (4ª Ed.). Newnes.
11. Okyere A. J. (2010) PSPICE and MATLAB for Electronics (2ª Ed.). CRC.
12. Nilsson J. W., Riedel. A. S. (2009). Circuitos Eléctricos.(7ª Ed.). Prentice Hall..
13. Technology Suite. Recuperado de http://mathonweb.com/technology_suite.htm
14. Corriente alterna. Aula Moisan. Recuperado de <http://www.aulamoisan.com/software-moisan/corriente-alterna>
15. Aula virtual de circuitos eléctricos. Recuperado de www.miprofesordefisica.com