

Programa del curso EL 2114

Circuitos Eléctricos en Corriente Alterna

Escuela de Ingeniería Electrónica
Licenciatura en Ingeniería Electrónica

[Última revisión del programa: 25 de julio de 2022]

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1 Datos generales

Nombre del curso:	Circuitos Eléctricos en Corriente Alterna
Código:	EL 2114
Tipo de curso:	Teórico
Electivo:	No
N.º Créditos:	4
N.º horas clase/semana:	4 h
N.º horas extraclase/semana:	8 h
% de las áreas curriculares:	100 % Ciencias de la Ingeniería
Ubicación en plan de estudios:	IV Semestre
Requisitos:	EL 2113 Circuitos Eléctricos en Corriente Continua
Correquisitos:	EL 2111 Laboratorio de Circuitos Eléctricos EL 2207 Elementos Activos
El curso es requisito de:	EL 4513 Teoría Electromagnética I EL 4703 Señales y Sistemas
Asistencia:	Obligatoria
Suficiencia:	No
Posibilidad de reconocimiento:	No
Vigencia del programa:	II Semestre 2022

2. Descripción General

Este curso es la continuación del curso de Circuitos Eléctricos en Corriente Continua, en donde se introduce el uso de señales alternas sinusoidales. Primero se aplican las técnicas aprendidas anteriormente ahora a circuitos bajo excitación sinusoidal, y luego se estudia el concepto de frecuencia. La energía en forma alterna y sinusoidal es de especial importancia porque de esta manera es que se transmite la electricidad a las residencias y a la industria. Por otra parte, el análisis de frecuencia es importante cuando se analiza la respuesta de elementos ante ondas con diferentes periodos.

Este último análisis es fundamental en áreas como el procesamiento digital de señales, control automático, comunicaciones eléctricas, entre muchos otros. Para esto es necesario el uso adecuado de destrezas matemáticas y el razonamiento lógico, ya que se utilizan modelos abstractos de análisis de circuitos.

El curso busca desarrollar los siguientes atributos de egreso, de acuerdo con la definición de la Agencia Canadiense de Acreditación de Ingenierías (CEAB).

Atributo	Nivel
Conocimiento Base de Ingeniería – Matemática – (CB)	Medio
Uso de herramientas de ingeniería (HI)	Inicial
Análisis de problemas (AP)	Inicial

3. Objetivos

Objetivo general

Al final del curso el estudiante estará en capacidad de aplicar los conceptos, principios y técnicas matemáticas de análisis de circuitos eléctricos en el dominio del tiempo y en el de la frecuencia ante señales de excitación alternas sinusoidales.

Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento de circuitos eléctricos en régimen permanente sinusoidal.
- Determinar el análisis de potencia para circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos.
- Estudiar y describir los circuitos eléctricos a partir de su comportamiento como una red de dos puertos.
- Analizar y describir el comportamiento de los circuitos eléctricos en función de la frecuencia de excitación sinusoidal.
- Utilizar la transformada de Laplace para estudiar el comportamiento de circuitos eléctricos bajo distintas señales de excitación.
- Aplicar el desarrollo de síntesis de series de Fourier para estudiar el comportamiento de circuitos eléctricos bajo distintas señales periódicas de excitación.

Cada objetivo específico planteado para este curso desarrolla las habilidades de los estudiantes en función de los atributos definidos por el CEAB de la siguiente manera:

Objetivo	Atributos	Nivel*
1. Analizar el funcionamiento de circuitos eléctricos en régimen permanente sinusoidal.	• CB • HI • AP	• M • I • I
2. Determinar el análisis de potencia para circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos.	• CB • HI • AP	• M • I • I
3. Estudiar y describir los circuitos eléctricos a partir de su comportamiento como una red de dos puertos.	• CB • AP	• M • I
4. Analizar y describir el comportamiento de los circuitos eléctricos en función de la frecuencia de excitación sinusoidal.	• CB • HI • AP	• M • I • I
5. Utilizar la transformada de Laplace para estudiar el comportamiento de circuitos eléctricos bajo distintas señales de excitación.	• CB • AP	• M • I
6. Aplicar el desarrollo de síntesis de series de Fourier para estudiar el comportamiento de circuitos eléctricos bajo distintas señales periódicas de excitación.	• CB • HI • AP	• M • I • I

* Nivel de desarrollo de cada atributo: Inicial, InterMedio o Avanzado.

4. Contenido y Cronograma

Las 16 semanas que abarcan el curso se distribuyen en los siguientes temas:

1. Análisis en estado sinusoidal permanente 2,5 Semanas
 - 1.1. Características de la función sinusoidal
 - 1.2. Respuesta forzada ante excitaciones sinusoidales
 - 1.3. La función de excitación compleja
 - 1.4. El concepto de fasor y diagrama fasorial
 - 1.5. Relaciones fasoriales para R, L y C
 - 1.6. Impedancia y admitancia
 - 1.7. Análisis de circuitos utilizando fasores
 - 1.8. Linealidad, superposición y transformación de fuentes
 - 1.9. Teoremas de Thévenin y Norton
 - 1.10. Circuitos con amplificadores operacionales
2. Análisis de Potencia en Circuitos en CA 2,5 Semanas
 - 2.1. Potencia instantánea
 - 2.2. Potencia promedio
 - 2.3. Valores eficaces de corriente y tensión
 - 2.4. Potencia compleja S
 - 2.5. Factor de potencia y su corrección
 - 2.6. Principio de superposición de potencia
 - 2.7. Teorema de la máxima transferencia de potencia
 - 2.8. Medición de potencia utilizando vatímetros.

3. Circuitos Trifásicos	1,5 Semanas
3.1. Sistemas trifásicos	
3.2. Sistemas balanceados y sistemas NO balanceados	
3.3. Conexiones y conversiones entre Y (estrella) y Δ (delta)	
3.4. Relaciones de potencia en circuitos trifásicos	
3.5. Medición de potencia en circuitos trifásicos	
4. Redes de Dos Puertos	2,0 Semanas
4.1. Concepto de redes de uno y dos puertos	
4.2. Parámetros de impedancia y red equivalente	
4.3. Parámetros de admitancia y red equivalente	
4.4. Parámetros híbridos, de transmisión y sus inversos	
4.5. Relaciones entre parámetros de dos puertos	
4.6. Interconexión de redes de dos puertos	
5. Respuesta en Frecuencia	3,0 Semanas
5.1. Función de transferencia, polos y ceros	
5.2. Diagramas de Bode	
5.3. Resonancia en serie y paralelo	
5.4. Filtros	
5.5. Cambios de escala	
6. Frecuencia Compleja s y la Transformada de Laplace	2,5 Semanas
6.1. Frecuencia compleja y plano s	
6.2. Transformada de Laplace	
6.3. Propiedades de la transformada de Laplace	
6.4. Transformada inversa de Laplace	
6.5. Solución de ecuaciones integrodiferenciales	
6.6. Impedancia $Z(s)$ y admitancia $Y(s)$	
6.7. Análisis de circuitos	
6.8. Funciones de transferencia $H(s)$	
6.9. Convolución y estabilidad	
7. Series de Fourier	2,0 Semanas
7.1. Serie trigonométrica de Fourier	
7.2. Consideraciones de simestría	
7.3. Serie exponencial compleja de Fourier	
7.4. Representación espectral de señales	
7.5. Potencia promedio y valores rms.	
7.6. Análisis de circuitos	

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología El curso se imparte bajo la modalidad de clases magistrales presenciales, donde el profesor expone los temas correspondientes a los estudiantes, apoyándose en material audiovisual. El profesor tendrá la responsabilidad de aplicar las evaluaciones respectivas y entregar los resultados con la retroalimentación correspondiente. Los estudiantes deberán dar seguimiento a los temas cubiertos en clase, realizando los ejercicios que se indique y reforzando mediante horas de estudio adicionales a su aprendizaje.

La resolución de problemas será el vehículo principal para la asimilación de los conocimientos. Los estudiantes podrán presentar sus consultas al profesor conforme avance la clase. Para profundizar sobre algún tema específico o evacuar otras dudas, el estudiante podrá asistir también a las horas establecidas de consulta por el profesor respectivo. Además, se ofrecerán casos de estudio mediante los cuales los estudiantes tendrán la oportunidad de explorar problemas y sus respectivas soluciones sobre temas específicos de la materia. Por otro lado, se realizarán simulaciones utilizando herramientas computacionales como apoyo para la comprensión de los temas en estudio.

6. Evaluación La evaluación se realizará por medio de pruebas parciales, sin embargo, por la naturaleza del mismo, la misma representa una acumulación de conocimientos continua. La distribución de la evaluación que se utilizará durante el semestre es la siguiente:

Tareas	Una por unidad	25 %	Unidades 1-7
Primer parcial	Sábado 3/09/2022	25 %	Unidad 1,2
Segundo parcial	Sábado 22/10/2022	25 %	Unidad 3,4,5
Tercer parcial	Miércoles 23/11/2022	25 %	Unidad 6,7
Examen de reposición	Miércoles 30/11/2022		

Al finalizar el semestre, los estudiantes con una calificación total inferior a 67,5 % pero superior o igual a 57,5 %, tienen derecho a realizar un examen de reposición, que comprenderá la materia del curso completo.

Por otro lado, la reprogramación de un examen se hará exclusivamente bajo la presentación de un dictamen médico completo.

Las instrucciones para las evaluaciones incluyen, aunque no se limitan, a lo siguiente:

- Toda prueba de evaluación de este curso es de tipo individual.
- El examen debe resolverse de forma ordenada y clara. La ilegibilidad o

desorden del desarrollo que imposibilite su comprensión conducirá a una calificación de cero en la respuesta correspondiente, sin derecho a aclaraciones posteriores al examen.

- Debe presentarse en cada pregunta que conforme una prueba de evaluación el procedimiento o argumentación que justifique su respuesta.

7. Calendario

A continuación se presenta un resumen de las fechas más importantes respecto a evaluaciones en el curso:

Rubro	Valor [%]	Fecha	Semana
Tarea 1	03,57	K 16 de agosto	04
Tarea 2	03,57	J 01 de septiembre	06
I Parcial	25,00	S 03 de septiembre	06
Tarea 3	03,57	K 13 de septiembre	08
Tarea 4	03,57	K 27 de septiembre	10
Tarea 5	03,57	K 18 de octubre	13
II Parcial	25,00	S 22 de octubre	13
Tarea 6	03,57	J 03 de noviembre	15
Tarea 7	03,57	J 17 de noviembre	17
III Parcial	25,00	M 23 de noviembre	18
Reposición	-	M 30 de noviembre	19

8. Bibliografía

Obligatoria:

- [1] Charles K. Alexander y Matthew N. O. Sadiku. *Fundamentos de circuitos eléctricos*. McGraw Hill, 6ta edición, 2018.
- [2] James Al Svoboda y Richard C. Dorf. *Introduction to Electric Circuits*. Wiley, 9na edición, 2014.

Complementaria:

- [3] J. E. Kemmerly W. H. Hayt Jr y S. M. Durbin. *Análisis de Circuitos en Ingeniería*. McGraw Hill, 8va edición, 2012.
- [4] R. L. Boylestad. *Análisis Introductorio de Circuitos*. Person Education Limited, 12va edición, 2010.
- [5] James W. Nilsson y Susan A. Riedel. *Circuitos Eléctricos*. Pearson, 11ma edición, 2019.
- [6] Thomas L. Floyd. *Principios de Circuitos Eléctricos*. Pearson Education, 8va edición, 2007.
- [7] David E. Johnson. *Análisis Básico de Circuitos Eléctricos*. Prentice-Hall, 5ta edición, 1996.

- [8] LTSpice. Linear Technology. Herramienta de diseño y simulación de circuitos. LTSpice. 2019. URL: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators.html> (visitado 28-01-2019).
- [9] P. Alvarado. *Señales y Sistemas. Fundamentos Matemáticos*. Centro de Desarrollo de Material Bibliográfico, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008.
- [10] Murray. R. Spiegel. *Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas*. Schaum. McGraw-Hill, 1991.

9. Profesores

Centro Académico de Alajuela

Grupo 20 M. Sc.-Ing. Daniel Kohkemper Granados

Licenciatura en Ingeniería Electrónica. Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Electrónica con énfasis en DSP. Especialista en audio, producción musical, y procesamiento e integridad de señales con múltiples años de experiencia en la industria internacional de DSP y sistemas empotrados.

Correo-e dkohkemper@itcr.ac.cr

Consulta L 13:00-15:00