



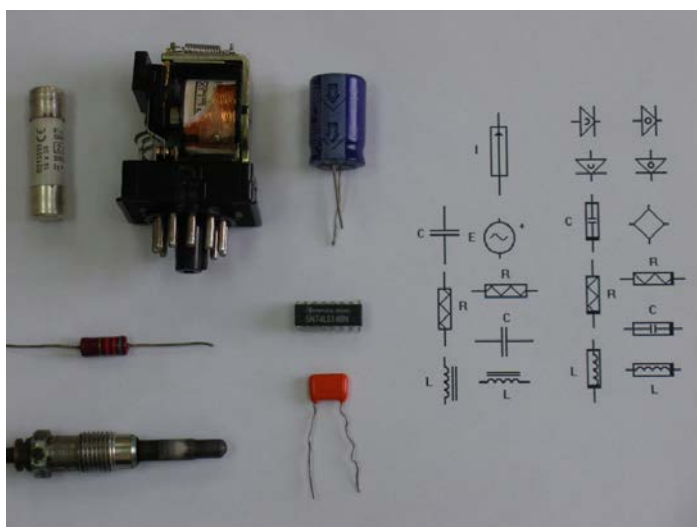
Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

“Análisis de Circuitos”

(Circuit Analysis)



Titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

CSV:	BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Fecha:	16/01/2019 13:05:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Página:	1/24	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Análisis de Circuitos				
Materia*	Electrotecnia				
Módulo*	Materias básicas				
Código	512102002				
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales				
Plan de estudios	5121				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	2º cuatrimestre	Cuatrimestre	2º	Curso	2º
Idioma	Castellano				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Antonio Gabaldón Marín		
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica		
Ubicación del despacho	1ª planta del Antiguo Hospital de Marina (ETSII)		
Teléfono	968 338944	Fax	
Correo electrónico	antonio.gabaldon@upct.es		
URL / WEB	www.demandresponse.eu		
Horario de atención / Tutorías	Se especificarán en el aula virtual y tableros de anuncios		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		

Titulación	Dr. Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Catedrático de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios (si procede)	5
Líneas de investigación (si procede)	Respuesta de la Demanda, Eficiencia Energética, Mercados Eléctricos, Tracción Eléctrica, Modelado de la Demanda, Transformadas Integrales aplicadas a la Ingeniería Eléctrica.
Nº de sexenios (si procede)	3
Experiencia profesional (si procede)	Universidad Politécnica de Valencia, École Polytechnique de Montreal, Universidad de Murcia, UPCT. Proyectos de investigación a nivel nacional e internacional para empresas e instituciones públicas (NATO, MEC, MICINN, MINECO, Comisión Europea, IIE-UPV, JRC, Iberdrola, etc.)
Otros temas de interés	Miembro de la red temática REDYD2050

Profesor prácticas	Alfredo Conesa Tejerina (prácticas asignatura)		
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica		
Ubicación del despacho	1ª planta del Antiguo Hospital de Marina (ETSII)		
Teléfono		Fax	
Correo electrónico	Alfredo.conesa@upct.es		

URL / WEB	
Horario de atención / Tutorías	Se especificarán en el aula virtual y tableros de anuncios
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de “Análisis de Circuitos” es una de las dos partes en de que se compone la materia “Electrotecnia”. Electrotecnia es el estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad y esto nos da una idea del carácter tecnológico de la asignatura, pero hay que tener en cuenta que la asignatura es de iniciación a este campo del conocimiento (la Ingeniería Eléctrica y sus aplicaciones) y por tanto tiene una componente científica muy importante.

En esta asignatura se considerará el estudio de circuitos eléctricos en donde se manifiesten fenómenos de conducción o de desplazamiento, con exclusión de la consideración de fenómenos electromagnéticos radiados.

El alumno debe tener en cuenta que el análisis de circuitos es muy necesario y está muy presente en la tecnología industrial y en casi cualquiera de las tecnologías que utilizamos diariamente: por ejemplo las baterías de un automóvil, un ordenador o un móvil, la alimentación de un ferrocarril, metro o un tranvía, la iluminación artificial de calles o viviendas, nuestros frigoríficos o equipos de aire acondicionado, en aeropuertos, y en casi cualquier instalación industrial que precise energía. La energía eléctrica es una forma limpia, manejable, eficiente e inteligente de transportar y convertir energía en otras formas útiles (luz, calor, mecánica o química). Por lo tanto el estudio y análisis de los circuitos eléctricos es la base para analizar y comprender estos fenómenos y, en especial, las aplicaciones de la electricidad.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El perfil de un Graduado Ingeniero en Tecnologías Industriales es el de un profesional “generalista” capaz de trabajar en muy diferentes sectores productivos. El fin de la asignatura es posibilitar al futuro graduado esta integración profesional o su desarrollo en titulaciones de nivel superior bien de carácter más profesional o investigadoras. Los conocimientos que se adquirirán en la asignatura permitirán a un graduado adquirir las bases necesarias para analizar el funcionamiento de un sistema eléctrico y hacerlo más seguro y eficiente. Tan sólo a modo de ejemplo, comentar que la industria de producción de equipos eléctricos, generación y transporte de energía eléctrica es quizás el sector productivo más grande en volumen de actividad y negocios en la industria a nivel mundial, y nuestra titulación entra de lleno en la “rama Industrial” de Grados.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura “Análisis de Circuitos” se estudia en segundo curso (primer cuatrimestre). Previamente el alumno ya ha adquirido conocimientos básicos en las materias “Matemáticas I” (p.e. resolución de ecuaciones diferenciales lineales), “Física” (p.e. Campos Electromagnéticos, Corriente continua y alterna), y estarán adquiriendo conocimientos en Matemáticas II (p.e. Cuerpo de los Números Complejos) que se necesitan en los diversos temas en los que se desarrolla la asignatura. También serán útiles las destrezas que haya adquirido el alumno en el manejo de equipos y programas informáticos al haber cursado la asignatura de “Informática Aplicada” en primer curso de carrera.

Al tratarse de una asignatura tecnológica básica, se necesita haber adquirido los conocimientos y competencias de las asignaturas “Matemáticas I”, “Física” e “Informática”, necesarios para seguir y comprender la asignatura. Entre estos:

- Sistemas de ecuaciones lineales.
- Cálculo diferencial e integral básico.

- Ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes.
- Campo y potencial eléctricos.
- Corriente continua.
- Magnetismo e Inducción electromagnética.
- Corriente alterna.

También existe relación con otras asignaturas del mismo curso, en particular con Matemáticas II y con Ciencia e Ingeniería de Materiales:

- Operaciones básicas con variable compleja.
- Propiedades y aplicaciones de materiales.

Asimismo, a través de esta asignatura se adquieren los conocimientos básicos para poder desarrollar otras asignaturas, tales como:

- Máquinas Eléctricas (3er curso) (continuación de la materia Electrotecnia).
- Electrónica Industrial (3er curso)
- Electrónica de Potencia (3er curso)
- Regulación Automática (3er curso)

Y, por supuesto, en mayor o menor medida en el “Trabajo Fin de Grado”

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna, pero se recomienda haber cursado y adquirido las competencias de las asignaturas previas, definidas en el apartado anterior

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Como mínimo las siguientes:

- **Llevar la asignatura al día:** es decir, al menos leer y completar los apuntes de clase el mismo día.
- **Método de estudio:** comprender la teoría, hacer algún problema y repasar la teoría de esos problemas (estudiar NO es leer un problema o una serie de problemas).
- Apoyarse en libros y otros materiales contrastados: NUNCA EN APUNTES DUDOSOS O PIRATAS
- **Utilizar las horas tutorías a lo largo del curso**, y no sólo los días previos al examen.
- Utilizar habitualmente una calculadora programable.
- Aprovechar las prácticas de laboratorio (leer antes los manuales y elaborar las memorias lo antes posible).
- Realizar individualmente los test de autoevaluación que se plantean en cada bloque.
- Comprobar los resultados de los ejercicios con MicroCap (programa informático utilizado en prácticas).
- Estudiar las bases matemáticas y físicas necesarias (ver la sección 7 errores de la web y corregir tu “test 0” de la asignatura), y muy en particular:
 - o Trigonometría, números complejos y variable compleja en general.
 - o Ecuaciones diferenciales lineales.
 - o Campos Electromagnéticos

3.6. Medidas especiales previstas

Previo acuerdo y comunicación con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, se

podrán realizar algunas adaptaciones o ayudas al alumno, en función de situaciones especiales: discapacidades, nivel de idioma, etc.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Competencias CB1 a CB5 del título.

CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

Que aplicadas a la asignatura se traducen en: Aplicar, Comprender, Describir, Identificar, Formular, Razonar, Seleccionar en, los y sobre: Principios fundamentales de los circuitos eléctricos. Elementos ideales y reales; Métodos y herramientas de análisis de circuitos; Circuitos en Régimen Estacionario Senoidal; Circuitos trifásicos; Análisis de circuitos de primer y segundo orden en el tiempo y aplicación de la transformada de Laplace a la resolución de circuitos eléctricos.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

CE1. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CE2. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE10. Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas. Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT1. Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz.

CT2. Trabajar en equipo.

CT3. Aprender de forma autónoma.

CT4. Utilizar con solvencia los recursos de información.

CT5. Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Las competencias específicas y objetivos de aprendizaje que se desarrollarán con la asignatura, y que se indican a continuación, permitirán que el alumno al finalizar el curso sea capaz de:

R1) Formular un modelo de los elementos básicos de los circuitos eléctricos, comprendiendo la relación entre modelo matemático y comportamiento físico, diferenciando entre elementos ideales, reales, lineales y no lineales.

R2) Seleccionar las ecuaciones linealmente independientes que se pueden formular en un circuito eléctrico. Conocer y aplicar diversas técnicas de análisis de circuitos que permiten reducir el orden de estos sistemas de ecuaciones. Seleccionar el método de análisis más adecuado para reducir el orden de complejidad del sistema a resolver.

R3) Identificar y clasificar las diferentes asociaciones de elementos pasivos (serie/paralelo), construyendo su equivalente eléctrico.

R4) Identificar las hipótesis de los teoremas fundamentales de los circuitos e ilustrar algunas de sus aplicaciones prácticas. Precisar la validez de cada teorema, y determinar su potencial aplicación según el problema objeto de estudio.

R5) Describir los regímenes de funcionamiento de un circuito, en particular el régimen estacionario senoidal. Resolver circuitos en dicho régimen permanente interpretando el método de análisis simbólico y distinguiendo entre el dominio de la frecuencia compleja y el dominio del tiempo. Precisar y expresar la aplicación de los modelos, métodos y herramientas de los circuitos a este régimen de funcionamiento.



R6) Explicar los principios de generación de un sistema trifásico de tensiones e intensidades, precisará y justificará el valor de las magnitudes de línea y fase así como sus relaciones. Resumirá las condiciones que hacen que un sistema trifásico sea equilibrado. Construir un diagrama monofásico equivalente de un sistema trifásico.

R7) Distinguir entre potencia instantánea, activa, reactiva y aparente en un sistema senoidal, y deducir sus valores. Particularizará estos conceptos en un sistema trifásico equilibrado y en su equivalente monofásico.

R8) Describir el régimen transitorio de funcionamiento de un circuito. Precisar y expresar la aplicación de los modelos, métodos y herramientas de los circuitos a este régimen de funcionamiento. Demostrará y establecerá la respuesta de un circuito tanto por métodos directos (resolución de las ecuaciones diferenciales del circuito), como utilizando transformaciones matemáticas (Transformada de Laplace).

R9) Distinguir entre dominio del tiempo y dominio de la Transformada, interpretando las transformaciones y antitransformaciones (transformaciones inversas) entre ambos dominios.

R10) Describir el funcionamiento de los equipos e instrumentos de un laboratorio de circuitos: generador de funciones, fuente de alimentación de continua, placas base, polímetro, vatímetro y osciloscopio, determinando con ello los valores de las magnitudes eléctricas fundamentales en un sistema físico real.

R11) Describir el funcionamiento de un programa de simulación de circuitos por ordenador. Seleccionará las opciones de análisis en el tiempo y en frecuencia. Determinará los valores de las magnitudes eléctricas fundamentales en un sistema físico real con ayuda del programa.

Las actividades de enseñanza y aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, análisis y síntesis de información, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de informes y su exposición oral en las sesiones especialmente dedicadas a este tipo de actividades.

CSV:	BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Fecha:	16/01/2019 13:05:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Página:	9/24	

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cuatro bloques (temas) de acuerdo con las competencias específicas de la asignatura definidas en el plan de estudios. Es importante tener en cuenta que los bloques no son inconexos sino que siguen una secuencia de contenidos necesaria para la comprensión de los bloques siguientes. Cada uno de los bloques se encuentra estructurado en lecciones.

Bloque I. Principios básicos de los circuitos eléctricos

El alumno ya ha tenido contacto en asignaturas previas de la titulación (primer curso) y de bachillerato con los circuitos eléctricos y los campos electromagnéticos. El objetivo del tema es recordar los fenómenos físicos que determinan el funcionamiento de los elementos reales e ideales de los circuitos eléctricos, distinguiendo estos por su comportamiento energético y comprendiendo las características de los principales elementos lineales y de algún elemento típicamente no lineal. Se describirá la diferencia entre el problema de análisis y de síntesis en la Teoría de Circuitos. El alumno recordará y formulará modelos adecuados para estos elementos en función de la aplicación de los mismos y caracterizará el error de cada modelo. El alumno comprenderá el concepto matemático de operador operacional (D) y su inverso ($1/D$), planteando ecuaciones de los elementos en función de este operador como admitancias e impedancias operacionales. Determinará el equivalente de una asociación serie o paralelo de elementos pasivos.

Bloque II. Métodos y herramientas de análisis de circuitos

El alumno identificará los diferentes elementos topológicos de un circuito, y planteará para ellos diferentes tipos de ecuaciones: nodales, circulares y de definición. Realizará cambios en la geometría del circuito sin alterar las ecuaciones básicas del mismo, comprendiendo la importancia de la selección de ecuaciones linealmente independientes, escribiendo éstas en un circuito. Asimismo, el alumno será capaz de reducir el orden de complejidad del sistema de ecuaciones a través del uso de variables ficticias (nodales y circulares), escogiendo el método de análisis más conveniente según la topología del circuito y el tipo de problema a analizar.

El alumno distinguirá el concepto de elementos y sistemas lineales, sabiendo identificar ambos y aplicándolos en un circuito dado, tanto desde el punto de vista matemático como de su interpretación física. El alumno conocerá las hipótesis y utilidad de los teoremas fundamentales del análisis de circuitos eléctricos, y razonará si es posible su uso y cómo se aplica en un circuito real, comprendiendo el sentido físico de enunciados de los teoremas, y su aplicación a circuitos lineales.

Bloque III. Circuitos en régimen estacionario senoidal.

A partir de las ecuaciones obtenidas en el bloque anterior, el alumno analizará la forma de estas ecuaciones y sus soluciones generales, según la teoría matemática de resolución de ecuaciones diferenciales lineales no homogéneas estudiada en el primer curso de Grado.

Distinguirá por la forma de las soluciones y sus dominios temporales, entre varios tipos de regímenes y respuestas: respuestas total en el tiempo, transitoria y permanente, homogénea y particular, respuesta a condiciones iniciales nulas y a excitación nula. Obtendrá la respuesta de un circuito senoidal en régimen estacionario por métodos matemáticos de obtención de soluciones particulares y por el método simbólico en el dominio de C. Establecerá relaciones entre esta respuesta y en operador operacional D para inferir los valores de las impedancias complejas que se utilizan en régimen senoidal. Dibujará e interpretará los diagramas vectoriales (fasoriales), identificando a través de éstos el comportamiento de asociaciones sencillas de elementos eléctricos. Particularizará y aplicará las Herramientas y Teoremas Fundamentales del Análisis de Circuitos al régimen permanente senoidal con magnitudes y variables simbólicas. Asimismo, debe comprender y utilizar los conceptos de potencia compleja, aparente, activa, reactiva e instantánea, interpretando el sentido físico o en su caso matemático de cada una de ellas: por ejemplo su conservación en un circuito.

Ilustrará el concepto de concepto de factor de potencia, su importancia para el suministro de energía eléctrica, y determinará los dispositivos de corrección de éste. Por último, interpretará el concepto de resonancia en un circuito sencillo serie y paralelo.

Desde el punto de vista de aplicación de estos conceptos del bloque III, el alumno describirá y dará ejemplos de los conceptos de fase y secuencia de fase de un sistema trifásico, distinguiendo entre tensiones e intensidades de fase y de línea, así como valores simples y compuestos. Debe comprender y aplicar el concepto de equivalente Thèvenin-Norton para la conversión de fuentes trifásicas reales (tensión e intensidad), así como las transformaciones de impedancia estrella-triángulo.

Enumerará las condiciones que caracterizan a un sistema trifásico equilibrado, siendo capaz de reducir éste a un equivalente monofásico.

Comprenderá el comportamiento energético de una carga y generador trifásicos, analizando el sentido físico de las potencias activas y reactivas, y su relación con las potencias instantáneas. Reformulará el concepto de factor de potencia y compensación de energía reactiva, calculando el mecanismo de corrección necesario a partir del equivalente monofásico.

Bloque IV. Análisis Temporal

El alumno planteará y obtendrá la respuesta de un circuito formado por elementos almacenadores de energía (elementos “con memoria” según la denominación anglosajona) distinguiendo entre varios tipos de regímenes y de respuestas, en particular en circuitos de primer y segundo orden.

Asimismo, en este bloque, se estudia la aplicación de técnicas matemáticas, y en particular la transformación de Laplace, para obtener la respuesta de un circuito de segundo orden (o de mayor orden de complejidad en asignaturas posteriores), y en particular las respuestas a un impulso mencionadas en el apartado anterior. Debe ser capaz al final de este bloque de comprender y explicar la transformación en el dominio imagen de la frecuencia compleja, así como las transformaciones inversas al dominio del tiempo.

El alumno comprenderá el concepto de función de transferencia y la relación entre polos y ceros con las raíces de la ecuación característica de las ecuaciones o sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

TEMA I. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

Lección 1. Elementos constitutivos de los circuitos eléctricos (I).

- Criterios de signos: referencias de polaridad.
- Leyes de Kirchhoff.
- Elementos ideales lineales.
- Elementos reales: caracterización mediante elementos ideales.
- Transformadores ideales.

Lección 2. Elementos constitutivos de los circuitos eléctricos (II).

- Comportamiento energético de los elementos de un circuito.
- Elementos activos y pasivos.
- Concepto de impedancia y admitancia operacionales.
- Asociaciones en serie y paralelo de elementos.
- Divisores de tensión e intensidad.
- Elementos no lineales: ejemplos.

TEMA II. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS.

Lección 3. Formulación y selección de ecuaciones en un circuito eléctrico.

- Introducción.
- Topología de los circuitos.
- Número y selección de las ecuaciones linealmente independientes en un circuito.
- Métodos nodales y circulares.
- Tratamiento de las fuentes dependientes.

Lección 4. Métodos de análisis circulares.

- Conversión de fuentes de tensión e intensidad.
- Técnicas de análisis circulares: reducción del orden del problema.
- Métodos de mallas y de lazos básicos.
- Análisis por mallas de un circuito plano: intensidad de malla.
- Definición de matrices asociadas.
- Escritura directa de las ecuaciones de mallas.

Lección 5. Métodos de análisis nodal.

- Técnicas de análisis nodales: reducción del orden del problema.
- Método de grupos de corte y de nudos.
- Análisis por nudos de un circuito: tensión de nudo.
- Definición de matrices asociadas.
- Escritura directa de las ecuaciones nodales.
- Relación entre las matrices de conexión circulares y nodales.

Lección 6. Teoremas fundamentales.

- Impedancias y admitancias generalizadas.
- Hipótesis de linealidad de los circuitos eléctricos.

- Teorema de superposición.
- Regla de sustitución.
- Ecuación terminal de un dipolo.
- Equivalente eléctrico de un circuito: teoremas de Thevenin y Norton.
- Teorema de Tellegen.

TEMA III. CIRCUITOS EN RÉGIMEN ESTACIONARIO SENOIDAL.

Lección 7. Respuesta sinusoidal.

- Respuesta de un circuito en régimen estacionario senoidal (RES).
- Método de coeficientes indeterminados.
- Concepto de fasor temporal.
- Análisis de circuitos por el método simbólico o fasorial.
- Transformaciones del tiempo a la frecuencia compleja y viceversa.
- Respuesta senoidal de los elementos pasivos básicos.
- Impedancia y admitancia complejas.

Lección 8. Potencia y energía en régimen senoidal.

- Potencia y energía en un circuito en régimen estacionario senoidal.
- Definición de potencias activa y reactiva.
- Fórmulas para el cálculo de potencias. Triángulo de potencias.
- Teorema de Boucherot.
- Corrección del factor de potencia: importancia desde el punto de vista económico y tecnológico.
- Teorema de la máxima transferencia de potencia.

Lección 9. Sistemas trifásicos: generalidades.

- Generación de un sistema trifásico de tensiones equilibradas.
- Noción de fase y secuencia de fases.
- Conexión de fuentes en estrella y triángulo.
- Tensiones e intensidades de fase y de línea.
- Aplicación de los Teoremas de Thevenin y Norton a la conversión de fuentes trifásicas e impedancias.

Lección 10. Sistemas trifásicos equilibrados.

- Definición de sistema trifásico equilibrado.
- Reducción del sistema a un circuito monofásico equivalente.
- Potencia en los sistemas trifásicos equilibrados.
- Significado de la potencia aparente y reactiva.
- Factor de potencia y su importancia en la distribución de energía.

TEMA IV. ANÁLISIS TEMPORAL.

Lección 11. Circuitos lineales de primer orden.

- Definición de circuito de primer orden.
- Circuitos de primer orden sin fuentes de excitación.

- Circuitos de primer orden sin carga inicial.
- Circuitos de primer orden con cargas iniciales y fuentes de excitación.
- Circuitos de primer orden con varios elementos almacenadores.

Lección 12. Circuitos lineales de segundo orden.

- Introducción.
- Respuesta a excitación nula de un circuito RLC paralelo.
- Respuesta a excitación nula del circuito RLC serie: dualidad con el caso paralelo.
- Influencia de las frecuencias naturales en el tipo de respuesta a entrada cero en un circuito de segundo orden.
- Respuesta completa de un circuito de segundo orden.

Lección 13. Propiedades y aplicación de la transformada de Laplace a circuitos eléctricos simples.

- Definiciones y propiedades básicas de la transformada.
- Condiciones iniciales: aplicación de la regla de sustitución.
- Transformaciones: similitud de Laplace con la transformación en RES. Analogías y diferencias.
- Teoremas del valor inicial y final: importancia práctica.
- Aplicación de la transformada a la resolución de circuitos eléctricos de primer orden.

Lección 14. Resolución de circuitos complejos mediante la Transformada de Laplace.

- Equivalentes de un circuito en el dominio de la frecuencia compleja.
- Transformada inversa de Laplace.
 - Descomposición en fracciones simples.
 - Funciones racionales propias e impropias
 - Polos, ceros y residuos.
 - Polos múltiples.
- Aplicación a circuitos de segundo orden.
- Obtención de la respuesta senoidal de un circuito cualquiera utilizando la transformada de Laplace.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Practica 1. Aparatos de laboratorio: Los objetivos de esta práctica es que el alumno aprenda a utilizar -aunque sea de forma básica- los principales aparatos de medida eléctrica y de generación de tensiones. Concretamente, estamos hablando de: polímetros, osciloscopios, fuentes de alimentación para la medida y generación de tensiones, intensidades, y valores óhmicos en alterna AC y continua DC en régimen permanente, y que el alumno se sirva de ellos para identificar una serie de elementos reales como resistencias, bobinas, condensadores, potenciómetros, diodos, y establecer un modelo eléctrico real para los mismos.

Práctica 2: Elementos reales de los circuitos (laboratorio): el objetivo de esta práctica es que el alumno aprenda a utilizar -aunque sea de forma básica- un aparato de medida muy utilizado en electricidad y electrónica. Este aparato es el **osciloscopio** que nos permite la medida de formas de onda en régimen permanente o transitorio. El alumno distinguirá los modelos de medida AC y DC en el osciloscopio, y comprenderá las diferencias con los modos AC y DC de su polímetro.

Práctica 3. Teoremas fundamentales (laboratorio): el objetivo es ver cómo se aplican algunos Teoremas fundamentales de la asignatura (Thevenin y Superposición) en un circuito real en el laboratorio, comprobar sus resultados, y entender la simplificación que suponen en el circuito a analizar.

Práctica 4. Circuitos en Régimen Senoidal (RES) (laboratorio): Un ejemplo de utilización de los conceptos de RES es la resonancia. La resonancia es un fenómeno por el que un conjunto de elementos (normalmente R+L+C) pertenecientes a un circuito en régimen senoidal estacionario (RES) presenta una gran oposición o una gran facilidad al paso de intensidad. Comprobaremos en la práctica como las impedancias se modifican al modificar la frecuencia de la fuente de alimentación y cómo esta afecta al circuito.

Práctica 5. Circuitos trifásico en triángulo y en estrella (laboratorio). Medida de tensiones e intensidades de línea y fase en circuitos con elementos en estrella y triángulo. Procedimientos de medida de la potencia en circuitos con estas dos configuraciones. Efecto en tensiones e intensidades de un desequilibrio en el sistema.

Práctica 6. Simulación de un circuito en RES por ordenador. (aula informática). El objetivo de la práctica es aprender a utilizar las funciones básicas de un programa de análisis de circuitos eléctricos y electrónicos, que nos permita comprobar los ejemplos vistos en clases o en prácticas y afianzar los conceptos e ideas fundamentales de la asignatura. El programa que se utiliza es MicroCap (VIII, IX, X, XI... o cualquier otra versión), programa gratuito en su versión de estudiante (limitado en nudos y biblioteca de componentes electrónicos). En esta práctica lo utilizaremos para comprobar el régimen permanente de un circuito trifásico y calcular potencias en el mismo.

Práctica 7. Simulación por ordenador de la respuesta temporal de un circuito de segundo orden. (aula informática). Con el mencionado programa MicroCap el alumno aprenderá a resolver circuitos en el tiempo en particular en su periodo transitorio (inicial, tras un cambio en alguno de sus elementos o en su topología-conexión).

Prevención de riesgos

CSV:	BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Fecha:	16/01/2019 13:05:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS		Página:	15/24	

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

CHAPTER I. Preliminaries

Lesson 1. Principles and Elements I: Ideal Elements and Models.

- Units and Dimensions
- Voltage and Current: KVL and KCL.
- Summary of two-terminal and four-terminal elements
- Circuits elements and models: ideal and real models.
- Mutual Inductance and transformers

Lesson 2. Principles and Elements II: Series and Parallel Connections. Power &Energy.

- Instantaneous power and energy
- Series connection: voltage divider
- Parallel connection: current divider
- Non Linear elements: some examples

CHAPTER II. Network Theorems and Techniques

Lesson 3. Number and formulation of independent equations in networks.

- Graphs: definition and properties
- Number of equations and variables
- Cut sets and Loops Methods: fundamental cut sets, nodes, mesh and loops.

Lesson 4. Loop analysis.

- Loop analysis for linear time-invariant circuits: mesh currents

- Loop impedance matrix: properties.
- Current and dependent sources in loop analysis.
- Mutual inductances and transformers in node analysis.

Lesson 5. Node analysis revisited.

- Node analysis for linear time-invariant circuits: node voltages
- Node impedance matrix: properties.
- Voltage and dependent sources in loop analysis.
- Mutual inductances and transformers in node analysis.

Lesson 6. Network Theorems:

- Linearity and Superposition.
- Network functions.
- Thévenin and Norton theorems.
- Tellegen theorem.
- Dependent sources: substitution.

CHAPTER III. Sinusoidal Steady-State Analysis (RES)

Lesson 7. Sinusoidal sources. Use of the phasor transform: applications.

- Transient and steady state.
- Resolution of differential equations: classical solutions.
- Transforms: what is a transform in engineering?
- The Phasor Transform.
- Models and Elements in the phasor domain: impedance and admittance
- Phasor diagrams.
- Node and Loop Analysis. Theorems.

Lesson 8. Power in the sinusoidal steady-state.

- Characterization of sinusoidal magnitudes.
- Instantaneous and average power.
- Reactive Power, Complex Power.
- Power factor: importance and correction in power systems.
- Maximum Power Transfer.

Lesson 9. Three-phase circuits: principles and definitions.

- Three-Phase sources.
- Delta and Wye Connections.

- Balanced and Unbalanced systems.
- Phase and Line Voltage and Currents: equations.

Lesson 10. Balanced three-phase circuits: Energy and Power.

- Delta-Wye Transformation.
- Conversion to single-phase circuits
- Power in three-phase systems: time and phasor domains.

CHAPTER IV. Transient Analysis

Lesson 11. First order circuits.

- Circuit order and the resolution of differential linear equations.
- Boundary conditions: rules.
- RC and RL examples without source.
- RC and RL examples with AC and DC sources.
- Time constant, transient and steady state periods.

Lesson 12. Second order circuits.

- Preliminary remarks and example.
- Comparison of first and second order circuits.
- Oscillation, resonance and damping.
- Boundary conditions: rules.
- Examples with AC and DC sources.

Lesson 13. The Laplace Transform in Circuit Theory.

- Review of Laplace Transform: properties.
- Transforms of main functions: pulse, impulse, sinusoidal, exponential.
- Discharge of dynamic elements.
- Final value and initial value theorems.
- Transform circuit diagrams: first order circuits.
- Inverse transform

Lesson 14. The Laplace Transform for Network Analysis.

- Network functions.
- Poles and zeros.
- Residues: evaluation.
- Inverse transform: circuits of order n.
- The lower limit: 0^+ and 0^-

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Bloque I. Principios básicos de los circuitos eléctricos.

- Formular un modelo de los elementos básicos de los circuitos eléctricos, comprendiendo la relación entre modelo matemático y comportamiento físico, diferenciando entre elementos ideales, reales, lineales y no lineales.
- Describir los problemas de análisis y síntesis en Teoría de Circuitos.
- Identificar y clasificar las diferentes asociaciones de elementos pasivos (serie/paralelo), construyendo su equivalente eléctrico.

Bloque II. Métodos y herramientas de análisis de circuitos.

- Seleccionar las ecuaciones linealmente independientes que pueden escribirse en un circuito eléctrico. Conocer y aplicar diversas técnicas de análisis de circuitos que permiten reducir el orden de estos sistemas de ecuaciones. Seleccionar el método de análisis más adecuado para reducir el orden de complejidad del sistema a resolver.
- Identificar las hipótesis de los teoremas fundamentales de los circuitos e ilustrar algunas de sus aplicaciones más prácticas. Precisar la validez de cada teorema, y determinar su aplicación según el problema objeto de estudio.

Bloque III. Circuitos en régimen estacionario senoidal.

- Describir los regímenes de funcionamiento de un circuito, en particular el régimen estacionario senoidal. Resolver circuitos en dicho régimen permanente interpretando el método de análisis simbólico y distinguiendo entre el dominio de la frecuencia compleja y el dominio del tiempo. Precisar y expresar la aplicación de los modelos, métodos y herramientas de los circuitos a este régimen de funcionamiento.
- Explicar los principios de generación de un sistema trifásico de tensiones e intensidades, precisar y justificar el valor de las magnitudes de línea y fase así como sus relaciones. Resumir las condiciones que hacen que un sistema trifásico sea equilibrado. Construir un diagrama monofásico equivalente de un sistema trifásico.
- Distinguir entre potencia instantánea, activa, reactiva y aparente en un sistema senoidal, y deducir sus valores. Particularizará estos conceptos en un sistema trifásico equilibrado y en su equivalente monofásico.

Bloque IV. Análisis temporal.

- Describir el régimen transitorio de funcionamiento de un circuito. Precisar y expresará la aplicación de los modelos, métodos y herramientas de los circuitos a este régimen de funcionamiento. Demostrará y establecerá la respuesta de un circuito tanto por métodos directos (resolución de las ecuaciones diferenciales del circuito), como utilizando transformaciones matemáticas (Transformada de Laplace).
- Distinguir entre dominio del tiempo y dominio de la Transformada, interpretando las transformaciones y antitransformaciones (transformaciones inversas) entre ambos dominios.

Objetivos complementarios (transversales) de las prácticas: Bloques I-IV

- Describir el funcionamiento de los equipos e instrumentos de medida de un laboratorio de circuitos: generador de funciones, fuente de alimentación de continua, placas base, polímetro, vatímetro y osciloscopio, determinando con ellos los valores de las magnitudes

eléctricas fundamentales en un sistema físico real.

- Describir el funcionamiento de algún programa de simulación de circuitos por ordenador. Seleccionar y diferenciar las opciones de análisis en el tiempo y en frecuencia. Determinar los valores de las magnitudes eléctricas fundamentales en un sistema físico real modelado con ayuda del programa.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente

Actividad	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas (ECTS)
Clase de teoría	Exposición de los contenidos teóricos más importantes de la asignatura mediante presentación, explicación y demostración de los mismos por parte del profesor.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y planteamiento de dudas individuales	36 h (1,2)
		<u>No presencial</u> : estudio comprensivo de la asignatura	36 h (1,2)
Clase de problemas	Resolución de problemas representativos y análisis de casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear los métodos de resolución y no los resultados. Se plantearán problemas basados en situaciones reales adaptados a los contenidos de la materia.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Obtención de soluciones. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	15 h (0,5)
		<u>No presencial</u> : estudio comprensivo de la asignatura. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	39 h (1,3)
Laboratorio	Actividades desarrolladas en el laboratorio con equipamiento especializado para analizar y comprobar los contenidos teóricos en casos reales.	<u>Presencial</u> : manejo de equipamiento especializado.	12 h (0,4)
		<u>No presencial</u> : elaboración de los informes de prácticas en grupo.	4,5 h (0,15)
Aula informática	Actividades desarrolladas con equipamiento y software especializado para analizar y comprobar los contenidos teóricos en casos reales.	<u>Presencial</u> : manejo de equipamiento especializado.	6 h (0,2)
		<u>No presencial</u> : elaboración de los informes de prácticas en grupo.	4,5 h (0,15)
Presentación de trabajos en grupos	Exposición de ejercicios asignados a un grupo de alumnos que requiere de trabajo cooperativo para su conclusión.	<u>Presencial</u> : Explicación y exposición del método de resolución del ejercicio al profesor. Discusión y puesta en común con los compañeros de clase.	3h (0,1)
		<u>No presencial</u> : resolución de los ejercicios propuestos.	6h (0,2)
Tutorías	Periodo de instrucción realizado por un profesor-tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en clase, bien de forma individual o colectiva	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horarios de tutorías (individuales) o en horarios lectivos (colectivas).	8+4 h (0,3)
		<u>No presencial</u> :	-
Evaluación	Conjunto de pruebas escritas, prácticas, trabajos, utilizados en la evaluación del estudiante	<u>Presencial</u> : asistencia a las pruebas escritas y realización de estas.	6h (0,2)
		<u>No presencial</u> :	-
TOTAL			180 h (6)

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)										
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Clase de problemas	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Laboratorio	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Aula informática			X		X	X	X	X			X
Presentación de trabajos en grupos	X		X		X		X				
Tutorías	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen final escrito (1)	X	X	Cuestiones teóricas/ cuestiones prácticas/problemas Dos cuestiones teóricas, tres cuestiones prácticas y dos problemas, mediante los que se pretende evaluar la comprensión de los conceptos así como la adquisición de las habilidades previstas	65 (4)	R1 a R9
Informes de prácticas (2)	X	X	Se evalúa la respuesta a las preguntas propuestas, el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades en el uso de programas informáticos de análisis de circuitos eléctricos.	15	R10 y R11
Problemas propuestos	X	X	Resolución presencial y no presencial de problemas (de forma individual o grupal) propuestos en clase durante el curso. Tests de comprensión y evaluación de la asignatura.	7,5	R1 a R9, R11
Trabajos académicamente dirigidos (3)	X	X	Resolución no presencial de un trabajo (de forma grupal) propuesto durante el curso.	5	R1 a R9, R11
Exposiciones orales	X	X	Se realizarán exposiciones orales correspondientes a la resolución de los trabajos dirigidos y problemas planteados en la asignatura.	7,5	R4 a R9
Otras actividades		X	Pruebas tipo "test" de conocimientos, para realimentación del alumno respecto a su aprendizaje.	-	R1 a R11

(1): Existe un mínimo de 3,5/10 a obtener en cada una de las partes para poder calcular la media, y un mínimo de 4,5/10 en el total para poder promediar con las otras herramientas de evaluación.

(2), (3): Existe un mínimo de 3,5/10 para poder promediar con las otras herramientas de evaluación.

Nota.- Se entiende que un alumno supera la asignatura si la puntuación final, si superando los mínimos y sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades/técnicas, su calificación es superior a 5 sobre 10. Si el alumno no se presenta a alguna de las actividades propuestas (exposiciones, problemas propuestos) su calificación en la misma será 0, y no presentado si no lo hace a ninguna o parte de las marcadas como (1), (2) y (3).

Si no supera los mínimos definidos en (1), (2) y (3), la calificación final será el mínimo valor de las calificaciones obtenidas en dichas actividades, y no la media, ya que no procede su cálculo. Las calificaciones de las actividades sólo son válidas en el curso académico en que se realizan, aunque excepcionalmente las de los trabajos académicamente dirigidos y de las prácticas se guardan durante el curso posterior a su presentación y defensa.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y

admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Resolución de problemas y cuestiones planteadas en clase, o propuestas en las hojas de ejercicios de cada bloque, sean evaluables o no.
- Resolución de cuestionarios tipo test al final de cada bloque de la asignatura.
- Elaboración de las memorias correspondientes a las cuestiones planteadas en las sesiones de prácticas de laboratorio, así como la presentación/exposición de los mismos.
- Presentación y exposición de trabajos académicamente dirigidos
- Asistencia a tutorías individuales y grupales.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

- [1].- KARNI, S. "Applied Circuit Analysis". John Wiley & Sons. 1988
- [2].- PARRA, V.M.; PÉREZ, A.; PASTOR, A.; ORTEGA, J. "Teoría de Circuitos" (2 tomos). U.N.E.D., 1981
- [3].- PASTOR, A.; ORTEGA J; PARRA, V. "Circuitos Eléctricos" (2 tomos), Unidad Didáctica UNED, 2003.
- [4].- THOMAS, R.E.; ROSA, A.J. "Circuitos y señales: introducción a los circuitos lineales y de acoplamiento". Reverté, S.A. 1991.

8.2. Bibliografía complementaria*

- [1].- CHUA, L.O.; DESOER Ch.A.; KUH E.S. "Linear and non Linear Circuits". Mc Graw-Hill, 1987.
- [2].- DESOER, Ch.A.; KUH E.S. "Basic Circuit Theory". Mc Graw Hill, ISE 1969
- [3].- EDMINISTER, NAHVI. "Circuitos Eléctricos". Ed: Mc Graw Hill, 1997
- [4].- GABALDÓN MARÍN, A. "Problemas de circuitos eléctricos", Ed. Diego Marín, 2000
- [5].- GÓMEZ EXPÓSITO, A.; MARTÍNEZ RAMOS, J.L. "Fundamentos de Teoría de Circuitos". Thomson, 2007.

8.3. Recursos en red y otros recursos

Página Web del profesor:

www.gestiondelademanda.es; www.demandresponse.eu (problemas y videos didácticos sobre la asignatura)

Open Course Ware: Universidad Politécnica de Cartagena

Open Course Ware: Universidad Carlos III de Madrid

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/teoria-de-circuitos>

Dpto. de Ingeniería Eléctrica. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla

<http://www.esi2.us.es/GIE/teoria%20de%20circuitos/innovacion.htm>

CSV:	BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS	Fecha:	16/01/2019 13:05:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/BTZwoimsRAvIB4PNIXIu1eczS	Página:	24/24	