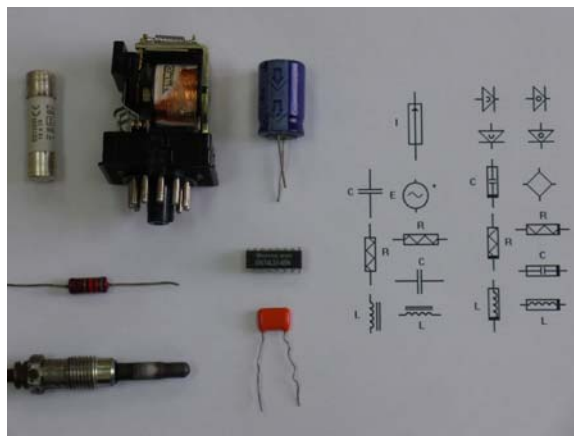




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura “Análisis de Circuitos”



**Titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**Curso 2011/12**

# Guía Docente

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Análisis de Circuitos				
<b>Materia</b>	Electrotecnia				
<b>Módulo</b>	Materias básicas				
<b>Código</b>	512102002				
<b>Titulación/es</b>	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales				
<b>Plan de estudios</b>	5121				
<b>Centro</b>	ETS de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	1er cuatrimestre	<b>Curso</b>	2º		
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180
<b>Horario clases teoría</b>		<b>Aula</b>			
<b>Horario clases prácticas</b>		<b>Lugar</b>			

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Antonio Gabaldón Marín		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Eléctrica		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Eléctrica		
<b>Ubicación del despacho</b>	1ª planta del Antiguo Hospital de Marina (ETSII)		
<b>Teléfono</b>	968 338944	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:antonio.gabaldon@upct.es">antonio.gabaldon@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.gestiondelademanda.es">www.gestiondelademanda.es</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Se especificarán en la web y tablones de anuncios		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho del profesor		

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Presentación

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, cinética o química). Por lo tanto el estudio y análisis de los circuitos eléctricos es la base para analizar y comprender estos fenómenos, y las aplicaciones de la electricidad.

#### 3.2. Ubicación en el 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.

#### 3.3. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil 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 profesionalizantes 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 y de 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.

#### 3.4. Relación con otras asignaturas. Prerrequisitos y recomendaciones

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”

### **3.5. Medidas especiales previstas**

Tests de autoevaluación y materiales teóricos en la página web de la asignatura.

## 4. Competencias

### 4.1. Competencias específicas de la asignatura (según el plan de estudios)

Principios fundamentales de los circuitos eléctricos. Elementos ideales y reales. Métodos y herramientas de análisis de circuitos. Circuitos en Régimen Estacionario Senoidal. Circuitos trifásicos: conceptos fundamentales, equivalentes monofásicos y potencia eléctrica. Análisis de circuitos en el tiempo: circuitos elementales de primer y segundo orden. Aplicación de la transformada de Laplace a la resolución de circuitos.

### 4.2. Competencias genéricas / transversales (según el plan de estudios)

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES (Aquellas que tienen una función de medio o herramienta para obtener un determinado fin):

- T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- T1.2 Capacidad de organización y planificación
- T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- T1.5 Habilidades básicas computacionales
- T1.6 Capacidad de gestión de la información
- T1.7 Resolución de problemas

COMPETENCIAS PERSONALES (Características requeridas a las diferentes capacidades que hacen que las personas logren una buena interrelación social con los demás):

- T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales

COMPETENCIAS SISTÉMICAS (Suponen destrezas y habilidades relacionadas con la comprensión de la totalidad de un sistema o conjunto. Requieren una combinación de imaginación, sensibilidad y habilidad que permite ver cómo se relacionan y conjugan las partes en un todo):

- T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- T3.2 Capacidad de aprender
- T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo

### 4.3. Objetivos generales / competencias específicas del título (según el plan de estudios)

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

E1.1 Conocimiento en las materias básicas y tecnológicas que capaciten al alumno para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, le proporcionen una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones y asimile los futuros avances tecnológicos que la industria necesite incorporar para la mejora de sus productos y procesos.

E1.2. Capacidad para concebir, organizar, y dirigir empresas de producción y servicios, así como otras instituciones en todas sus áreas funcionales y dimensiones: técnica, organizativa, financiera y humana, con una fuerte dimensión emprendedora y de innovación.

COMPETENCIAS PROFESIONALES:

E1.3. Capacidad de asesorar, proyectar, hacer funcionar, mantener y mejorar sistemas,

estructuras, instalaciones, sistemas de producción, procesos, y dispositivos con finalidades prácticas, económicas y financieras.

E1.4. Desarrollar una visión integral de la compañía que no se limite a los aspectos puramente técnicos, sino que abarque desde el punto de vista estratégico hasta el operativo de la organización, para toda la cadena de valor orientada hacia la calidad total.

E1.5. Gestionar, evaluar y mejorar sistemas de información basados en tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

E1.6. Valorar la importancia de la gestión de la experiencia, el conocimiento y la tecnología como factores clave para la mejora de la competitividad en el entorno actual.

#### **4.4. Resultados esperados del aprendizaje**

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.

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos (según el plan de estudios)

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 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 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.

#### 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 Thévenin-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.

De igual forma distinguirá entre respuesta a un impulso o a un escalón en un circuito. Debe comprender la creación de condiciones iniciales en un circuito como consecuencia de la aplicación de un impulso, y evaluar el valor de esas cargas iniciales a partir de un impulso dado.

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 mayor orden de complejidad, 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

### 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 Kirchof.
- 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 (I).**

- Impedancias y admitancias generalizadas.
- Teorema de reciprocidad.

- Hipótesis de linealidad de los circuitos eléctricos.
- Teorema de superposición.
- Regla de sustitución.

#### **Lección 7. Teoremas fundamentales (II).**

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

### **TEMA III. CIRCUITOS EN RÉGIMEN ESTACIONARIO SENOIDAL.**

#### **Lección 8. Respuesta sinusoidal.**

- Respuesta de un circuito en régimen estacionario senoidal.
- Método de coeficientes indeterminados.
- Concepto de fasor temporal.
- Análisis de circuitos por el método simbólico o fasorial.
- Respuesta senoidal de los elementos pasivos básicos.
- Impedancia y admitancia complejas.

#### **Lección 9. 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.
- Teorema de la máxima transferencia de potencia.

#### **Lección 10. 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.
- Generalización de los teoremas de Thevenin y Norton: aplicación a la conversión de fuentes trifásicas e impedancias.

#### **Lección 11. Sistemas trifásicos equilibrados.**

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

### **TEMA IV. ANÁLISIS TEMPORAL.**

#### **Lección 12. 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 13. 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 14. Propiedades y aplicación de la transformada de Laplace a circuitos eléctricos simples.**

- Definiciones y propiedades básicas de la transformada.
- Teoremas de traslación en el tiempo y frecuencia.
- Teoremas del valor inicial y final: importancia práctica.
- Aplicación de la transformada a la resolución de circuitos eléctricos.
- Obtención de la respuesta impulsional utilizando la transformada de Laplace.
- Creación de condiciones iniciales en un circuito eléctrico.

### **Lección 15. 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.
- Obtención de la respuesta senoidal utilizando la transformada de Laplace.

## **5.3. Programa de prácticas**

Práctica 1. Aparatos de laboratorio

Práctica 2: Elementos reales de los circuitos (laboratorio)

Práctica 3. Teoremas fundamentales (laboratorio)

Práctica 4. Circuitos en Régimen Senoidal (RES) (laboratorio)

Práctica 5. Resonancia: un ejemplo de respuesta en frecuencia de los circuitos. (laboratorio)

Práctica 6. Programas informáticos de análisis de circuitos: respuesta en el tiempo de un circuito con

fuentes senoidales.

Práctica 7. Simulación de un circuito trifásico por ordenador. (aula informática)

Práctica 8. Simulación por ordenador de la respuesta temporal de un circuito de segundo orden. (aula informática).

Práctica 9. Respuesta transitoria de un circuito de primer y segundo orden. (laboratorio)

#### **5.4. Programa resumido en inglés (opcional)**

##### Chapter I. Preliminaries

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

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

##### Chapter II. Network Theorems and Techniques

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

Lesson 4. Loop analysis revisited.

Lesson 5. Node analysis revisited.

Lesson 6. Network Theorems I: Linearity and Superposition.

Lesson 7. Networks Theorems II: Thèvenin, Norton, Tellegen.

##### Chapter III. Sinusoidal Steady-State Analysis

Lesson 8. Sinusoidal sources. Use of the phasor transform: applications.

Lesson 9. Power in the sinusoidal steady-state.

Lesson 10. Three-phase circuits: principles and definitions.

Lesson 11. Balanced three-phase circuits: Energy and Power.

##### Chapter IV. Transient Analysis

Lesson 12. First order circuits.

Lesson 13. Second order circuits.

Lesson 14. The Laplace Transform in Circuit Theory.

Lesson 15. The Laplace Transform for Network Analysis. Higher Order Circuits.

#### **5.5. Objetivos de aprendizaje detallados por Unidades Didácticas (opcional)**

##### 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.

#### 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. Actividades formativas			
Actividad	Descripción de la actividad	Trabajo del estudiante	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	1,2 (36 h)
		<u>No presencial</u> : estudio comprensivo de la asignatura	1,2 (36 h)
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.	0,5 (15 h)
		<u>No presencial</u> : estudio comprensivo de la asignatura. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	1,3 (39 h)
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.	0,35 (10,5 h)
		<u>No presencial</u> : elaboración de los informes de prácticas en grupo.	0,15 (4,5 h)
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.	0,25 (7,5 h)
		<u>No presencial</u> : elaboración de los informes de prácticas en grupo.	0,15 (4,5 h)
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.	0,1 (3h)
		<u>No presencial</u> : resolución de los ejercicios propuestos.	0,2 (3 h)
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).	0,4 (8+4 h)
		<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.	0,2 (6h)
		<u>No presencial</u> :	-
<b>TOTAL</b>			<b>6 (180 h)</b>

## 7. Evaluación

### 7.1. Técnicas de evaluación

Instrumentos	Realización / criterios	Ponderación	Competencias genéricas (4.2) evaluadas	Resultados (4.4) evaluados
Examen escrito (1)	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	75%	T1.1, T1.2, T1.3, T1.7, T3.1, T3.2, T3.3, T3.4. y T3.7	R1 a R9
Informes de prácticas (2)	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%	T1.1, T1.3, T1.5, T1.6, T2.1, T2.2, T2.3, T3.1, T3.4 y T3.10	R10 y R11
Problemas propuestos	Resolución no presencial de problemas (de forma individual o grupal) propuestos durante el curso.	5%	T1.6, T1.7, T3.1, T3.2 y T3.7	R1 a R9, R11
Exposiciones orales	Se realizarán exposiciones orales correspondientes a la resolución de los problemas planteados en la asignatura.	5%	T1.3 ,T3.9 y T3.10	R4 a R9
Otras actividades	Pruebas tipo test, individuales y por grupos	No interviene. Realimentación al alumno	T1.8, T2.1 y T3.2	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): 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, sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas técnicas, es superior a 5 sobre 10.**

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Resolución de problemas y cuestiones planteadas en clase.
- Resolución de cuestionarios tipo test al final de cada bloque de la asignatura.
- Elaboración de las memorias correspondientes a los problemas propuestos en las sesiones de prácticas de laboratorio, así como la presentación/exposición de los mismos.
- Tutorías individuales y grupales.



### Resultados esperados del aprendizaje (4.4)

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.

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 la resolución.

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

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.

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/intensidades, precisará y justificará el valor de las magnitudes de línea y fase así como sus relaciones. Resumir las condiciones de 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.

	Clases de teoría	Clases ejercicios	Clases prácticas	Trabajos e informes
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.	X	X	X	
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 la resolución.	X	X		
Identificar y clasificar las diferentes asociaciones de elementos pasivos (serie/paralelo), construyendo su equivalente eléctrico.	X	X		
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.	X	X	X	X
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.	X	X	X	X
Explicar los principios de generación de un sistema trifásico de tensiones/intensidades, precisará y justificará el valor de las magnitudes de línea y fase así como sus relaciones. Resumir las condiciones de un sistema trifásico sea equilibrado. Construir un diagrama monofásico equivalente de un sistema trifásico.	X	X	X	X
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.	X	X	X	

	Prueba teoría	Prueba ejercicios	Ejercicios propuestos	Trabajo en grupo	Informes de prácticas
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.		X	X		X
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 la resolución.	X	X	X		
Identificar y clasificar las diferentes asociaciones de elementos pasivos (serie/paralelo), construyendo su equivalente eléctrico.	X	X	X		X
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.	X	X	X		X
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.	X	X	X	X	X
Explicar los principios de generación de un sistema trifásico de tensiones/intensidades, precisará y justificará el valor de las magnitudes de línea y fase así como sus relaciones. Resumir las condiciones de un sistema trifásico sea equilibrado. Construir un diagrama monofásico equivalente de un sistema trifásico.	X	X	X		X
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.	X	X	X	X	X

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. Demostrar y establecer la respuesta de un circuito tanto por métodos directos, como utilizando transformaciones matemáticas.

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

Describir el funcionamiento de los equipos e instrumentos de un laboratorio de circuitos, determinando con ello los valores de las magnitudes eléctricas fundamentales en un sistema físico real.

Describir el funcionamiento de un programa de simulación de circuitos por ordenador. Determinar los valores de las magnitudes eléctricas fundamentales en un sistema físico real con ayuda del programa.

X	X	X	X
X	X	X	X
		X	
		X	

	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
				X

## 8. Distribución de la carga de trabajo del alumno

Semana	Temas o actividades (visita, examen parcial, etc.)	ACTIVIDADES PRESENCIALES											ACTIVIDADES NO PRESENCIALES					TOTAL HORAS	ENTREGABLES
		Convencionales					No convencionales						PRESENCIALES						
		Clases teoría	Clases problemas	Laboratorio	Aula informática	TOTAL CONVENCIONALES	Trabajo cooperativo	Tutorías	Seminarios	Evaluación formativa	Evaluación	Exposición de trabajos	TOTAL NO CONVENCIONALES	Estudio (teoría)	Estudio (problemas)	Trabajos / informes individuales	Trabajos / informes en grupo		
1	Tema I. Lección 1	2	0	2	0	4	0				0		1	1	0	0	2	6	
2	Tema I. Lección 2	3	2	2,5	0	7,5	2			1		3	1,5	1	2	0	4,5	15	
3	Tema II. Lección 3	2	1	0	0	3	0			0			1	1	0	0	2	5	
4	Tema II. Lección 4	3	1	0	0	4	0			0			2	2	0	0	4	8	
5	Tema II. Lección 5	2	1	0	0	3	0			0			2	2,5	0	0	4,5	7,5	
6	Tema II. Lección 6	2	1	1	0	4	0			0			2	2	0	0	4	8	
7	Tema II. Lección 7	2	1	1	1,5	5,5	2		0,5	0		2,5	2	2,5	0	0	4,5	12,5	
8	Tema III. Lección 8	3	1	1	1	6	0			0			2	2,5	0	2	6,5	12,5	
9	Tema III. Lección 9	3	1	1	1	6	0			1		1	2	2	0	1	5	12	
10	Tema III. Lección 10	3	1	0	1	5	0			0			2	3	2	0	7	12	
11	Tema III. Lección 11	2	1	0	1	4	2		0,5	0		2,5	2	3	0	2	7	13,5	
12	Tema IV. Lección 12	1,5	1	1	1	4,5	0			1		1	1	1,5	0	1	3,5	9	
13	Tema IV. Lección 13	2	1	1	1	5	0			0			1,5	1,5	0	0	3	8	
14	Tema IV. Lección 14	2,5	1	0	0	3,5	0			0			2	2	2	2	8	11,5	
15	Tema IV. Lección 15	3	1	0	0	4	2		0,5	0		2,5	3	2,5	0	1	6,5	13	
Periodo de exámenes							4			4,5	0	8,5	9	9			18	26,5	
Otros																			
<b>TOTAL HORAS</b>		<b>36</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>7,5</b>	<b>69</b>	<b>12</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>90</b>	<b>180</b>		

## 9. Recursos y bibliografía

### 9.1. 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.

### 9.2. 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.
- [6].- CONEJO NAVARRO A. et al. "Circuitos eléctricos para la ingeniería", McGrawHill, 2004

### 9.3. Recursos en red y otros recursos

Página Web del profesor:  
[www.gestiondelademanda.es](http://www.gestiondelademanda.es); [www.demandresponse.eu](http://www.demandresponse.eu) (problemas y videos didácticos sobre la asignatura)  
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>