



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Telecomunicación

UPCT



GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS
(ANALYSIS AND DESIGN OF CIRCUITS)

Titulación: Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación



1. Datos de la asignatura

| | | | | | |
|-------------------------|---|---------------------|----|---------------------------------------|-----|
| Nombre | Análisis y Diseño de Circuitos | | | | |
| Materia* | Análisis y Diseño de Circuitos | | | | |
| Módulo* | Módulo de Tecnología Específica: Sistemas de Telecomunicación | | | | |
| Código | 504103002 | | | | |
| Titulación | Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación | | | | |
| Plan de estudios | 2010 | | | | |
| Centro | Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación | | | | |
| Tipo | Obligatoria | | | | |
| Periodo lectivo | 2017/2018 | Cuatrimestre | 1º | Curso | 3º |
| Idioma | Español / Inglés | | | | |
| 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 José Lozano Guerrero | | |
| Departamento | Tecnologías de la Información y las Comunicaciones | | |
| Área de conocimiento | Teoría de la Señal y Comunicaciones | | |
| Ubicación del despacho | Primera planta de Antiguones 27 | | |
| Teléfono | 968326468 | Fax | 968325973 |
| Correo electrónico | antonio.lozano@upct.es | | |
| URL / WEB | www.gem.upct.es | | |
| Horario de atención / Tutorías | Miércoles, 10:00 – 13:00 y Jueves, 15:30 – 18:30 | | |
| Ubicación durante las tutorías | Despacho de Antonio Lozano | | |

| | |
|---|--|
| Titulación | Doctor Ingeniero de Telecomunicación |
| Vinculación con la UPCT | Profesor Titular de Universidad |
| Año de ingreso en la UPCT | 2004 |
| Nº de quinquenios (si procede) | 2 |
| Líneas de investigación (si procede) | Apantallamiento Electromagnético, Calentamiento por Microondas y Métodos numéricos en electromagnetismo |
| Nº de sexenios (si procede) | 2 |
| Experiencia profesional (si procede) | |
| Otros temas de interés | Experiencia docente: más de 10 años en Sistemas de Radionavegación, Sistemas y Circuitos, Análisis y Diseño de Circuitos . |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------------|-----------|
| Profesor | Antonio Martínez González | | |
| Departamento | Tecnologías de la Información y las Comunicaciones | | |
| Área de conocimiento | Teoría de la señal y comunicaciones | | |
| Ubicación del despacho | ETSIT, edif. Antigones, primera planta. | | |
| Teléfono | 968325373 | Fax | 968325973 |
| Correo electrónico | toni.martinez@upct.es | | |
| URL / WEB | www.gem.upct.es | | |
| Horario de atención / Tutorías | Lunes de 10:00 a 13:00 h y de 16:00 a 19:00 h | | |
| Ubicación durante las tutorías | Despacho o por email | | |



| | |
|---|--|
| Titulación | Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Valencia Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena |
| Vinculación con la UPCT | Profesor Titular de Universidad |
| Año de ingreso en la UPCT | 1999 |
| Nº de quinquenios (si procede) | 3 |
| Líneas de investigación (si procede) | Sistemas MIMO, MSRC, Emisiones Radioeléctricas, Dosimetría. |
| Nº de sexenios (si procede) | 2 |
| Experiencia profesional (si procede) | Socio fundador de EMITE Ingeniería SLNE desde 2006. Empresa de base tecnológica de la UPCT. |
| Otros temas de interés | |

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Esta asignatura es la continuación natural de la asignatura de primer curso *Sistemas y Circuitos*. Se trata de una asignatura de contenidos básicos donde se introducen conceptos como el comportamiento en frecuencia de un circuito eléctrico, el de resonancia, el de filtrado o el de cuadripolo, y se describen técnicas y herramientas para análisis y diseño de circuitos como la transformada de Laplace, las distintas familias de parámetros en cuadripolos o diferentes técnicas de síntesis de circuitos eléctricos. Fundamentalmente requiere conocimientos de álgebra (sistemas de ecuaciones lineales), cálculo (resolución de integrales, fundamentos de la transformada de Laplace), y teoría de circuitos eléctricos.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura profundiza en la teoría de circuitos en los siguientes aspectos:

- Análisis en el dominio de la frecuencia: estudio de circuitos resonantes y filtros.
- La transformada de Laplace como herramienta de análisis de transitorios.
- Concepto y aplicación de cuadripolos.
- Técnicas de síntesis de circuitos.

Se trata de una asignatura que desarrolla técnicas y herramientas para su utilización en otras asignaturas como *Microondas* (3^{er} curso, 1^{er} cuatrimestre), *Tratamiento Digital de Señal* (4^o curso, 1^{er} cuatrimestre), *Electrónica para Telecomunicaciones* (3^{er} curso, 2^o cuatrimestre).

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Se recomienda haber cursado las asignaturas *Sistemas y Circuitos* y *Sistemas Lineales*. Ambas asignaturas pertenecen al módulo de Formación Básica.

Los conocimientos adquiridos son de aplicación en asignaturas como *Microondas* (3^{er} curso, 1^{er} cuatrimestre), *Tratamiento Digital de Señal* (4^o curso, 1^{er} cuatrimestre), *Electrónica para Telecomunicaciones* (3^{er} curso, 2^o cuatrimestre).

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

Ninguna

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

3.6. Medidas especiales previstas

En el caso de alumnos con discapacidad, alumnos extranjeros u otros casos, contactar con el profesor.

Se requiere una secuenciación de contenidos coordinada con la asignatura *Microondas*, ya que esta requiere de conocimientos aprendidos en *Análisis y Diseño de Circuitos*.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

CG3 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

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

CG3 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

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

ST3 – Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

ST5 – Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

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

TR5 - Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

1. Progresar en el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos iniciado en la asignatura *Sistemas y Circuitos*, haciendo hincapié en circuitos resonantes y filtros.
2. Comprender y saber emplear la transformada de Laplace, con especial atención a su aplicación en circuitos.
3. Comprender la función de transferencia y función de transferencia espectral de un circuito, su utilidad y saber emplearla en el análisis de filtros.
4. Comprender el concepto de cuadripolo y de las distintas familias de parámetros que lo caracterizan. Conocer las distintas configuraciones de unión de cuadripolos y saber emplear la familia de parámetros más adecuada en cada una de ellas.
5. Adquirir de nociones básicas sobre síntesis de circuitos y desarrollar la capacidad de diseñar filtros con elementos concentrados.
6. Comprender los fundamentos de análisis y diseño de circuitos asistido por ordenador y saber emplear herramientas comerciales para este fin.



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Concepto de filtrado. Análisis de circuitos en el dominio de Laplace. Representación de circuitos mediante parámetros de cuadripolos. Técnicas de síntesis de redes LC, CR y LR.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Bloque 1. Análisis de Circuitos en el Dominio de la Frecuencia. Circuitos Resonantes

- 1.1. Introducción. Sistemas selectivos en frecuencia en telecomunicación.
- 1.2. Respuesta en frecuencia de circuitos básicos: resistencia, bobina, condensador, circuito RLC.
- 1.3. Funciones de transferencia. Polos y ceros en la función de transferencia.
- 1.4. Diagramas de Bode. Módulo y fase.
- 1.5. Circuitos resonantes.
 - 1.5.1. Introducción.
 - 1.5.2. Factor de calidad. Bobinas y condensadores con resistencias asociadas.
 - 1.5.3. Ancho de banda a x dBs. Ancho de banda a 3 dBs.
 - 1.5.4. Circuito RLC serie.
 - 1.5.5. Circuito RLC paralelo.
- 1.6. Filtros.
 - 1.6.1. Introducción. Filtros ideales: paso-bajo, paso-alto, paso-banda, elimina-banda.
 - 1.6.2. Filtros pasivos. Filtros de primer y segundo orden.
 - 1.6.3. Filtros activos. Filtros de primer y segundo orden.

Bloque 2. Cuadripolos

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Parámetros de impedancia (Z).
 - 2.2.1. Definición.
 - 2.2.2. Circuito equivalente.
- 2.3. Parámetros de admitancia (Y).
 - 2.3.1. Definición.
 - 2.3.2. Circuito equivalente.
 - 2.3.3. Relación $(Z) \leftrightarrow (Y)$.
- 2.4. Parámetros híbridos (h).
 - 2.4.1. Definición.
 - 2.4.2. Parámetros híbridos inversos (g).
 - 2.4.3. Circuitos equivalentes.
- 2.5. Parámetros de transmisión (T).
 - 2.5.1. Definición.
 - 2.5.2. Parámetros de transmisión inversos.
- 2.6. Parámetros imagen.
 - 2.6.1. Definición. Impedancias imagen. Función de propagación.
 - 2.6.2. Impedancias imagen en función de los parámetros de transmisión.



- 2.6.3. Impedancias imagen en función de las impedancias en los puertos.
- 2.6.4. Parámetros de transmisión en función de parámetros imagen.
- 2.7. Pérdidas de transmisión y de inserción.
- 2.8. Asociación de cuadripolos. Corriente de circulación. Condiciones de Brune.
 - 2.8.1. Serie-serie.
 - 2.8.2. Paralelo-paralelo.
 - 2.8.3. Serie-paralelo.
 - 2.8.4. Paralelo-serie.
 - 2.8.5. Cascada.

Bloque 3. Introducción a la Síntesis de Circuitos Lineales

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Propiedades generales de las funciones de red.
- 3.3. Realización de inmitancia LC: estructuras canónicas de Foster y Cauer.
- 3.4. Diseño de filtros. Características de Butterworth, Chebychef y Cauer.
- 3.5. Diseño de filtros mediante cuadripolos LC.
- 3.6 Normalización de parámetros y transformación de frecuencias.
- 3.7. Filtros activos RC.

Bloque 4. Análisis de Circuitos mediante la Transformada de Laplace

- 4.1. Introducción (revisión).
 - 4.1.1. Definición.
 - 4.1.2. Propiedades.
 - 4.1.3. Transformadas de funciones típicas.
 - 4.1.4. Transformada del operador derivada. Teoremas del valor inicial y del valor final.
 - 4.1.5. Transformada del operador integral.
 - 4.1.6. Transformación de las ecuaciones integro-diferenciales de un circuito en ecuaciones algebraicas en el dominio de Laplace.
- 4.2. Aplicación a circuitos.
 - 4.2.1. Resistencia, bobina y condensador en el dominio transformado.
 - 4.2.2. Transformada inversa de Laplace. Pares de transformadas.
 - 4.2.3. Descomposición de la transformada en suma de otras funciones de transformada inversa conocida.
 - 4.2.4. Estabilidad del circuito.

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

Práctica 1. El simulador PSpice. Análisis temporal de filtros (2h)

En la primera hora de la sesión se presenta la herramienta de simulación de circuitos PSpice. Este software es ya conocido por el alumno de la asignatura *Sistemas y Circuitos* de 1^{er} curso, pero allí se emplea el interfaz gráfico para la construcción de circuitos y en estas sesiones se le enseña a emplear los comandos para que edite programas completos que describan el circuito y realicen la simulación deseada.

En la segunda hora de la sesión, el alumno debe escribir el código PSpice para realizar un análisis temporal de dos filtros y, a la vista de los resultados, extraer conclusiones acerca



de la naturaleza de éstos y sus posibles aplicaciones.

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar la hoja de respuestas.

Práctica 2. Análisis frecuencial de filtros pasivos y activos con PSpice (2h)

Como continuación de la práctica 1, ahora se analizan los mismos filtros pasivos, pero en el dominio de la frecuencia. De esta manera el alumno puede comprender por qué se producían las distintas señales de salida en el dominio del tiempo según la frecuencia de la señal de entrada. En la segunda parte de la práctica el alumno aprende a describir un amplificador operacional con diferentes modelos de éste (ideal, semiideal y modelo de librería). Posteriormente debe escribir varios códigos en PSpice para que realicen el análisis frecuencial de distintos filtros activos que incorporan estos amplificadores. El alumno debe determinar el rango de aplicación de los distintos modelos de amplificador operacional y extraer conclusiones sobre el comportamiento de los distintos filtros tras visualizar los diagramas de Bode obtenidos en las simulaciones.

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar el estudio previo y la hoja de respuestas.

Práctica 3. Diseño de ecualizador (2h)

En esta práctica se profundiza en el estudio de los filtros activos y, en concreto, se diseña un dispositivo con características amplificadoras, pero con una pendiente en la zona de transición inferior a 20dB/década. El diseño que se realiza aquí no está relacionado con las técnicas generales de síntesis que se explican en el bloque temático 3 del programa de teoría, sino que se basa en los conceptos explicados en las clases de teoría del primer bloque temático.

En una primera parte se debe estudiar la respuesta de los filtros que se pretenden diseñar: tipo de filtro, ganancias, frecuencias de corte y pendiente en la zona de transición. Posteriormente se deben encontrar los valores de los distintos elementos del circuito que generen la respuesta deseada. En el laboratorio se simularán con PSpice los circuitos diseñados y se comprobará que, efectivamente, éstos presentan la respuesta que se pretendía obtener.

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar el estudio previo y la hoja de respuestas.

Práctica 4. Síntesis de cuadripolos. Implementación de un girador (2h)

Se presentan dos dispositivos: el convertidor negativo de impedancias (NIC) y el girador. Mediante distintas familias de cuadripolos, el alumno debe aprender cómo se puede implementar un girador con distintas configuraciones a partir de NICs y resistencias. Posteriormente el alumno debe simular estas configuraciones en PSpice, comprobar el correcto funcionamiento e implementar un filtro, que en condiciones normales requeriría una bobina, sin ésta empleando un girador. Finalmente debe simular este filtro y obtener, a partir del diagrama de Bode del módulo de su función de transferencia, la frecuencia de corte del filtro.

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar el estudio previo y la hoja de respuestas.



Práctica 5. Diseño de filtros (2h)

Como aplicación de las distintas técnicas de síntesis estudiadas en el bloque 3, se plantea al alumno el diseño de dos filtros mediante sus correspondientes máscaras. En el laboratorio deberá comprobar, a través de simulaciones en PSpice que efectivamente los diseños realizados cumplen las especificaciones prefijadas. Se compararán los resultados obtenidos según el tipo de filtro diseñado (Butterworth, Chebychef o Cauer).

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar el estudio previo y la hoja de respuestas.

Práctica 6. Transformada de Laplace y estabilidad (2h)

Se aplicará la transformada de Laplace en el estudio de la estabilidad de un circuito, a partir de las características que presentan los polos de la función característica (en el dominio de Laplace) de transferencia del circuito.

Tiempo de preparación previa: 2 horas.

Entregables: cada grupo debe entregar el estudio previo y la hoja de respuestas.

Prevención de riesgos

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)

1. Circuit Analysis in Frequency Domain. Resonant Circuits
2. Two-port Networks
3. Introduction to the Synthesis of Linear Circuits
4. Circuit Analysis by means of the Laplace Transform



5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Bloque 1. Análisis de Circuitos en el Dominio de la Frecuencia. Circuitos Resonantes

Progresar en el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos iniciado en la asignatura *Sistemas y Circuitos*, haciendo hincapié en circuitos resonantes y filtros.

Comprensión de la función de transferencia y función de transferencia espectral de un circuito.

Bloque 2. Cuadripolos

Comprensión del concepto de cuadripolo y de las distintas familias de parámetros que lo caracterizan.

Bloque 3. Introducción a la Síntesis de Circuitos Lineales

Adquisición de nociones básicas sobre síntesis de circuitos y de diseño de filtros.

Bloque 4. Análisis de Circuitos mediante la Transformada de Laplace

Comprensión de la transformada de Laplace, con especial atención a su aplicación en circuitos.



6. Metodología docente

| 6.1. Metodología docente* | | | |
|--|--|---|-------|
| Actividad* | Técnicas docentes | Trabajo del estudiante | Horas |
| Clase de teoría | Clase magistral empleando transparencias y pizarra. Resolución de dudas planteadas por los alumnos. | <u>Presencial</u> : Toma de apuntes y planteamiento de dudas | 30 |
| | | <u>No presencial</u> : Estudio de la materia | 68 |
| Resolución de ejercicios y casos prácticos | En grupos de cuatro, los alumnos pondrán en común la resolución y resultados obtenidos en los ejercicios realizados tras la propuesta de ejercicio de la clase anterior (actividad no presencial). Posteriormente, el profesor propone un nuevo ejercicio, a realizar en grupos, pudiendo preguntar las dudas que vayan surgiendo al profesor. En la parte final de la actividad el profesor resuelve el ejercicio. Se pretende que el alumno desarrolle la habilidad de resolución de este tipo de problemas, afronte sus dificultades y, finalmente, compare su resultado con el resultado correcto. | <u>Presencial</u> : Puesta en común de la resolución de problemas. Comprobación de la resolución. Resolución en grupo en el aula. Planteamiento de dudas. | 12 |
| | | <u>No presencial</u> : Resolución de problemas en casa | 30 |
| Prácticas de laboratorio | Se plantean distintos análisis y diseños de circuitos en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Los alumnos deben resolverlos con la herramienta PSpice en grupos de dos. Al final de la práctica se entregará una memoria del trabajo realizado y estudio previo necesario. | <u>Presencial</u> : Desarrollo de la práctica en laboratorio | 15 |
| | | <u>No presencial</u> : Realización del estudio previo de la práctica | 12 |
| Realización de pruebas de evaluación | Evaluación escrita (examen oficial) | <u>Presencial</u> : Examen | 3 |
| | | <u>No presencial</u> : Estudio | 10 |
| | | | 180 |



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

| | Resultados del aprendizaje (4.5) | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Actividades formativas (6.1) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Clases de teoría | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Realización de ejercicios y casos prácticos | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Prácticas de laboratorio | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Realización de tutorías con el profesor | 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. Cuestiones cortas y problemas | X | | Cuestiones cortas de desarrollo de conceptos referidos a teoría (30%). Problemas de análisis y diseño (70%). | 60% | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Entregables de resolución de problemas de cada tema, resolución de problemas por equipos | X | X | Los alumnos entregarán los problemas seleccionados de las colecciones de cada tema en la fecha que indique el profesor. | 20% | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Trabajo de laboratorio con entrega de informes | X | X | Los alumnos entregarán cuestionarios o memorias sobre la realización de las prácticas y estudios previos necesarios al finalizar éstas. | 20% | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |

Comentarios adicionales:

La asignatura se considerará aprobada si la nota en el examen final es mayor o igual que 5 sobre un máximo de 10 puntos y, a su vez, la nota de la asignatura es mayor o igual que 5. No obstante, para evitar un desentendimiento del alumno hacia alguna de las partes de la evaluación con menor peso como, por ejemplo, los trabajos de laboratorio y la resolución de problemas, será condición necesaria para aprobar la asignatura, junto con la ya comentada, obtener un mínimo de 4 puntos (sobre 10) en cada una de las tres partes.

Adicionalmente, es obligatorio:

- Realizar todas las prácticas propuestas.
- Entregar tanto el estudio teórico previo como el informe u hoja de respuestas del trabajo realizado en el laboratorio en cada una de las prácticas.
- Entregar la resolución de los problemas seleccionados por el profesor en cada bloque.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Entrega de resolución de problemas de cada tema.

Entrega de informes de trabajo de laboratorio y estudio previo.



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Como libros de circuitos eléctricos de carácter general que contemplan los bloques temáticos 1, 2 y 4, podemos nombrar:

- *Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería*, J.D. Irwin, Ed. Prentice Hall, 1996.
- *Circuitos Eléctricos. Introducción al Análisis y Diseño*, R.C. Dorf, Ed. Marcombo, 1995.
- *Circuitos Eléctricos*, J.A. Edminister y M. Nahvi, Ed. McGraw-Hill, 1997.

El único apartado no contemplado en ellos es el relativo a los parámetros imagen de un cuadripolo. Este tema, más específico de la Ingeniería de Telecomunicación, es tratado de forma adecuada en:

- *Análisis de Circuitos Lineales (Volumen II)*, López Ferreras. Ed. Ciencia 3, 1995.

Asimismo, respecto al bloque 3, se puede consultar el libro:

- *Análisis y Diseño de Circuitos*, J.L. Sanz González y D. Andina de la Fuente, Ed. Servicio de Publicaciones de la E.T.S.I. Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, 1997.

8.2. Bibliografía complementaria*

- *Análisis de Circuitos*, Warzanskyj, Ed. Dpto. Publicaciones de la E.T.S.I. Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, 1985
- *Métodos de Síntesis de Redes Lineales*, Warzanskyj, Ed. Dpto. Publicaciones de la E.T.S.I. Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, 1983

8.3. Recursos en red y otros recursos

Se hará uso de la plataforma *Moodle* (servicio web de aula virtual en la UPCT) para poner a disposición del alumno el material necesario para el correcto seguimiento de la asignatura, como:

- Presentaciones en power point de clases magistrales.
- Enunciados de ejercicios de cada bloque temático.
- Guiones de prácticas.
- Avisos de la asignatura.
- Publicación de notas y actas.

