

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Analisis y diseño de circuitos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Análisis y diseño de circuitos
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Semestre/s de impartición</b>	Cuarto semestre
<b>Módulo</b>	Comun rama
<b>Materia</b>	Señales y comunicación
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	95000029
<b>Nombre en inglés</b>	Circuit Analysis And Design

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2015-16	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Señales y sistemas

Introducción al análisis de circuitos

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Variable compleja

## Competencias

---

CECT1 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación

CECT2 - Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

CECT3 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica

CECT4 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones

CECT5 - Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## Resultados de Aprendizaje

---

RA301 - Conocer y utilizar herramientas de análisis de filtros por ordenador

RA302 - Conocer los fundamentos de los métodos de diseño de filtros

RA298 - Conocer y utilizar métodos basados en la Transformada Laplace al análisis de circuitos: relaciones tensión-corriente en el dominio de Laplace, leyes de Kirchhoff en el dominio de Laplace

RA299 - Conocer la teoría de cuadripolos

RA300 - Aprender el uso de metodologías de análisis y caracterización de filtros

## Profesorado

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Martinez Rodriguez-Osorio, Ramon <b>(Coordinador/a)</b>	C-411	ramon.martinez@upm.es	X - 14:00 - 16:00 (Preferente: X - 15:00 - 16:00) Nota.- Se puede concertar por e-mail tutoría a otras horas según disponibilidad del profesor.
Besada Portas, Juan Alberto	C-321	juanalberto.besada@upm.es	L - 12:00 - 13:00 M - 12:00 - 13:00 X - 12:00 - 13:00 J - 12:00 - 13:00 (Preferente: V - 11:00 - 12:00)
Sanz Gonzalez, Jose Luis	C-312	joseluis.sanz.gonzalez@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 13:00 - 14:00 J - 13:00 - 14:00 (Preferente: M - 13:00 - 14:00)
Alvarez Vaquero, Francisco Jose	C-311	francisco.alvarez@upm.es	L - 10:00 - 12:00 M - 10:00 - 11:00 M - 16:00 - 18:00 X - 10:00 - 11:00 (Preferente: M - 10:00 - 11:00)
Andina De La Fuente, Diego	C-310	d.andina@upm.es	X - 12:00 - 14:00 (Preferente: X - 12:00 - 14:00) Nota.- Se puede concertar por e-mail tutoría a otras horas según disponibilidad del profesor.
Torres Alegre, Santiago	C-309	santiago.torres@upm.es	M - 18:00 - 20:00 (Preferente: M - 18:00 - 19:00)
Seijas Martinez-Echevarria, Juan Isidoro	C-314	juan.seijas@upm.es	V - 15:00 - 19:00 (Preferente: V - 16:00 - 17:00)
Alarcon Mondejar, Martin Javier	C-309	martin.alarcon@upm.es	L - 19:00 - 21:00 J - 19:00 - 21:00 (Preferente: L - 20:00 - 21:00)

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura generaliza el análisis de circuitos mediante la Transformada de Laplace.

El análisis de circuitos se complementa con la teoría de cuadripolos (circuitos de dos puertas) y se muestran sus diferentes familias de parámetros, y las relaciones de potencia.

Basado en el análisis de Laplace y cuadripolos, se desarrollan los conceptos de estabilidad de circuitos lineales, respuestas en frecuencia, filtrado, etc. A continuación, se aplican estos conceptos de análisis circuital al estudio de filtros pasivos y filtros activos RC.

En la última parte de la asignatura, se establecen los fundamentos teóricos del diseño de filtros LC, para continuar definiendo la máscara de un filtro y las principales familias de filtros basados en el diseño por teoría de la aproximación. Se aplica estos al diseño de filtros activos y pasivos.

La asignatura incluye trabajos prácticos en laboratorio para afianzar los conocimientos de análisis y diseño de circuitos de circuitos y filtros por ordenador.

## Temario

---

### 1. Análisis de circuitos (7h)

#### 1.1. Transformada de Laplace (3h)

- 1.1.1. Definición y propiedades de la Transformada de Laplace
- 1.1.2. Transformada de Laplace de funciones elementales
- 1.1.3. Ecuaciones integro - diferenciales. Solución mediante Laplace

#### 1.2. Análisis de circuitos utilizando transformada de Laplace (4h)

- 1.2.1. Relaciones tensión - corriente en los elementos simples en el dominio de Laplace
- 1.2.2. Leyes de Kirchhoff en el dominio de Laplace
- 1.2.3. Análisis de circuitos en el dominio de Laplace
- 1.2.4. Teoremas límites
- 1.2.5. Transformada Inversa de Laplace (Método de los Residuos)

### 2. Cuadripolos (5h)

- 2.1. Definición
- 2.2. Matrices Z, Y, h y g
- 2.3. Circuitos equivalentes según los distintos parámetros
- 2.4. Asociación de cuadripolos
- 2.5. Parámetros F o ABCD
- 2.6. Relaciones de potencia en cuadripolos

### 3. Análisis de filtros (6h)

#### 3.1. Respuesta temporal y frecuencial (2h)

##### 3.1.1. Función de red

##### 3.1.2. Estabilidad de circuitos

##### 3.1.3. Concepto de filtrado

##### 3.1.4. Tipos de filtros

##### 3.1.5. Parámetros: bandas, rizado, ?

##### 3.1.6. Ecuallizadores

##### 3.1.7. Respuesta al impulso de un circuito

##### 3.1.8. Distorsión

##### 3.1.9. Relación entre parámetros y función de red de cuadripolo entendido como filtro

#### 3.2. Análisis de filtros pasivos (2h)

##### 3.2.1. Estructuras LC en escalera (ceros de transmisión)

##### 3.2.2. Ejemplos de filtros pasivos

#### 3.3. Análisis de filtros activos RC (2h)

##### 3.3.1. Funciones bicuadráticas

##### 3.3.2. Células activas

##### 3.3.3. Asociación en cascada de células activas

### 4. Diseño de filtros (10h)

#### 4.1. Bases Teóricas del diseño de filtros LC (2h)

##### 4.1.1. Propiedades de las funciones de red

##### 4.1.2. Funciones reales positivas (FRP)

##### 4.1.3. Funciones reales positivas impares (FRPI)

##### 4.1.4. Formas canónicas

#### 4.2. Caracterización de filtros (3h)

##### 4.2.1. Máscara de un filtro

##### 4.2.2. Aproximación de máscaras

##### 4.2.3. Familias de filtros: Butterworth, Chebycheff y Cauer

#### 4.3. Diseño de filtros (5h)

##### 4.3.1. Filtros pasivos. Normalización de parámetros y transformación de frecuencias

##### 4.3.2. Filtros activos

##### 4.3.3. Diseño por ordenador

### 5. Prácticas de Laboratorio

#### 5.1. Práctica 1. Análisis de circuitos utilizando ordenador

#### 5.2. Práctica 2. Análisis de filtros y filtrado de señales

## Cronograma

**Horas totales:** 37 horas

**Horas presenciales:** 37 horas (47.4%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:** 90%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:** 100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.1 Transformada de Laplace</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Tema 1.1 Transformada de Laplace</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p><b>Tema 1.2 .Análisis de circuitos utilizando transformada de Laplace</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 4	<p><b>Tema 1.2 .Análisis de circuitos utilizando transformada de Laplace</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p><b>Tema 2. Cuadripolos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 6	<p><b>Tema 2. Cuadripolos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 7	<p><b>Tema 2. Cuadripolos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 1 y 2. Repaso y ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 8	<p><b>Tema 3.1 Respuesta temporal y frecuencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p><b>Tema 3.2 Análisis de filtros pasivos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 1. Análisis de circuitos utilizando ordenador</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Control Práctica 1</b> Duración: 00:30 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>

Semana 10	<p><b>Tema 3.3 Análisis de filtros activos RC</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Control Tema 1</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Control Tema 2</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 11	<p><b>Tema 4.1 Bases Teóricas del diseño de filtros LC</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 12	<p><b>Tema 4.2 Caracterización de filtros</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>Tema 4.2 Caracterización de filtros</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.3 Diseño de filtros</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14	<p><b>Tema 4.2 Caracterización de filtros</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Análisis de filtros y filtrado de señales</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Control Práctica 2</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 15	<p><b>Tema 4.2 Caracterización de filtros</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 16				



Semana 17				<p><b>Control Tema 3</b> Duración: 00:45 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Control Tema 4</b> Duración: 00:45 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b> Duración: 03:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p> <p><b>Examen Final de Laboratorio</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>
-----------	--	--	--	---

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Control Práctica 1	00:30	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	7.5%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5
10	Control Tema 1	00:45	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	18.75%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5, CG5
10	Control Tema 2	00:45	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	18.75%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5, CG5
14	Control Práctica 2	00:30	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	7.5%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5
17	Control Tema 3	00:45	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	18.75%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5, CG5
17	Control Tema 4	00:45	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	18.75%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5, CG5
17	Examen final	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	85%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5, CG5
17	Examen Final de Laboratorio	01:00	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	15%	3 / 10	CECT1, CECT2, CECT3, CECT4, CECT5

## Criterios de Evaluación

**CONVOCATORIA ORDINARIA. EVALUACIÓN CONTINUA.** Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. La evaluación continua consta de 3 partes: nota de controles de teoría, nota de controles de prácticas, y asistencia y participación en clase.

En la evaluación continua se exigirán los siguientes requisitos: (1) asistencia y participación en clase, sin que se superen el número de 3 faltas de asistencia del total de las clases, (2) **nota mínima** de 3.0 en todos los controles (cuatro de teoría y dos de prácticas), y (3) **nota media** de 5.0 o superior en teoría y en prácticas para aprobar.

La calificación de la asignatura, en este caso, se realizará del siguiente modo:

**NOTA POR EVALUACIÓN CONTINUA = 75% Controles Temas + 15% Prácticas (en laboratorio) + 10% Asistencia**

**75% Controles de los temas 1 a 4:** Se realizará el promedio de los cuatro controles y en el caso de ser 5.0 o superior, se le ponderará con un peso del 75%. En caso contrario, la calificación es suspenso.

**15% Prácticas (en laboratorio):** Se realizará el promedio de los dos controles de prácticas y en el caso de ser 5.0 o superior, se le ponderará con un peso del 15%. En caso contrario, la calificación es suspenso.

**10% Asistencia y participación en clase:** Se valorará de la siguiente manera:

100% asistencia: +1,00 puntos

1 falta sin justificar: +0,75 puntos

2 faltas sin justificar: +0,50 puntos

3 faltas sin justificar: +0,25 puntos

4 o más faltas sin justificar: la calificación será NP si no se presenta a ningún control o, en caso contrario, la nota mínima entre 3.0 y cualquiera de las calificaciones que el alumno haya obtenido en el curso.

Se entiende por faltas justificadas aquéllas recogidas como tales en la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid. En cualquier caso, los alumnos deberán justificar la falta con la documentación pertinente. Los alumnos deben asistir al grupo que se les asigne desde la Jefatura de Estudios de la Escuela.

Si alguno de los requisitos anteriores no se cumple, la nota final por evaluación continua será la mínima de todas las calificaciones obtenidas.

Las prácticas de laboratorio constarán de dos trabajos relacionados con los temas 1, 2 y 3. Se realizarán de forma individual, siguiendo un guión propuesto e individualizado. Se proporcionarán herramientas informáticas a los alumnos para su realización, habilitando turnos de acceso controlado en el laboratorio, si bien se pueden realizar en cualquier ordenador con MATLAB®. Los trabajos prácticos exigirán el uso de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica, y trabajo autónomo. Se realizará un control asociado a cada práctica en el laboratorio y en las fechas indicadas en el calendario de clases. Los alumnos podrán recuperar su nota de prácticas de cursos anteriores siempre que la nota de cada práctica sea mayor que 3.0 sobre 10 y que la media de las prácticas sea mayor que 5.0 sobre 10. Para ello, los alumnos deberán indicar a través del procedimiento que se defina (e-mail al Coordinador, tarea en Moodle) al coordinador el curso en el que aprobaron las prácticas antes de la fecha que se anuncie a lo largo del curso (antes de la primera práctica).

**CONVOCATORIA ORDINARIA. EVALUACIÓN FINAL.** En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua, y deberá solicitarse por los alumnos que lo deseen antes del día 11 de marzo de 2016 (inclusive) mediante escrito dirigido al coordinador de la asignatura a través de Moodle. Los alumnos que estén realizando evaluación continua no podrán optar por realizar el examen final pasada la fecha de renuncia indicada. El 15% de la nota relacionada con el trabajo práctico se determinará en un examen práctico en el laboratorio, añadido al examen teórico final (85%). La nota mínima requerida en cada ejercicio del examen teórico para hacer media es 3.0 sobre 10, y para aprobar es necesario obtener más de 5.0 sobre 10 en el examen de teoría y en el examen práctico. Si estos requisitos no se cumplen, la calificación del examen de teoría será la mínima calificación obtenida en cualquiera de los ejercicios, y la calificación final será la mínima de las notas obtenidas en teoría y práctica. Para los alumnos que cumplan los requisitos anteriores, su nota en la evaluación final será:

**NOTA POR EVALUACIÓN FINAL = 85% Examen Teoría + 15% Examen Prácticas**

**CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA.** Para todos los alumnos que tengan que acudir a la convocatoria extraordinaria de la asignatura, la evaluación de la asignatura en su convocatoria extraordinaria se realizará mediante una única prueba final con una parte de los temas 1 a 4 y otra de prácticas, a celebrar en la fecha que determine Jefatura de Estudios, con independencia de la opción elegida en la convocatoria ordinaria. Se guardará la nota del laboratorio a los alumnos que hayan superado las prácticas con una nota mayor o igual que 5.0 sobre 10 en la convocatoria ordinaria. La nota mínima requerida en cada ejercicio del examen teórico para hacer media es 3.0 sobre 10, y para aprobar es necesario obtener más de 5.0 sobre 10 en el examen de teoría y en el examen práctico. Si estos requisitos no se cumplen, la calificación del examen de teoría será la mínima calificación obtenida en cualquiera de los ejercicios, y la calificación final será la mínima de las notas obtenidas en teoría y práctica. Para los alumnos que cumplan los requisitos anteriores, su nota en la convocatoria extraordinaria será:

**NOTA EN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA = 85% Examen Teoría + 15% Examen Prácticas**

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Análisis y Diseño de Circuitos. José L. Sanz y Diego Andina. Dpto. Publicaciones ETSI de Telecomunicación, Madrid, 1997	Bibliografía	Libro de texto de la asignatura <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=hkBq9U0qDH/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=hkBq9U0qDH/SBU/258800015/9</a>
Transparencias y problemas de cada tema	Otros	Transparencias y problemas de cada tema. Disponible en moodle de la asignatura
Linear Circuit Analysis, Vol. II. Raymond A. DeCarlo and Pen-Min-Lin. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, 1995	Bibliografía	Bibliografía complementaria <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=Vz3LqLtp9E/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=Vz3LqLtp9E/SBU/258800015/9</a>
Electric Circuits. 5th Ed. James W. Nilsson, Susan Riedel. Prentice Hall, 1996.	Bibliografía	Bibliografía complementaria <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=kKgbOPlvi/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=kKgbOPlvi/SBU/258800015/9</a>
Applied Circuit Analysis. Shlomo Karni. John Wiley&Sons, 1988.	Bibliografía	Bibliografía complementaria <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=B74Ln79TQu/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=B74Ln79TQu/SBU/258800015/9</a>
Análisis de Redes M. E. Van Valkenburg. Limusa, 1977	Bibliografía	Bibliografía complementaria. <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=ctoz1U2qtK/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=ctoz1U2qtK/SBU/258800015/9</a>
Analog Filter Design M. E. Van Valkenburg. Holt-Rinehart & Winston, NY, 1982	Bibliografía	Bibliografía complementaria <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=FWBq9bysFI/SBU/258800015/13">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=FWBq9bysFI/SBU/258800015/13</a>
Introduction to Circuits Synthesis and Design G.C. Temes and J.W. LaPatra. McGraw-Hill, NY, 1977	Bibliografía	Bibliografía complementaria (diseño de filtros) <a href="http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=clquKvBVBU/SBU/258800015/9">http://marte.biblioteca.upm.es/uhtbin/cgisirsi/?ps=clquKvBVBU/SBU/258800015/9</a>
Página web de la asignatura	Recursos web	<a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>
Laboratorio de señales A-202L	Equipamiento	