

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2010/2011

<b>Identificación y características de la asignatura</b>				
Código	401091		Créditos ECTS	6
Denominación	Dispositivos de Radiofrecuencia y de Comunicaciones Ópticas			
Titulaciones	Máster en Ingeniería de Telecomunicación			
Centro	Escuela Politécnica			
Semestre	Segundo	Carácter	Obligatorio	
Módulo	Tecnologías de Telecomunicación			
Materia	Sistemas y Tecnologías de las Comunicaciones			
Profesor/es				
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web	
Yolanda Campos Roca	27	ycampos@unex.es	Campus virtual	
Rafael Gómez Alcalá	7	rgomezal@unex.es	Campus virtual	
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones			
Departamento	Tecnologías de los Computadores y las Comunicaciones			
Profesor coordinador (si hay más de uno)				
<b>Competencias</b>				
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>				
CT13. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.				
CT14. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.				
CT10. Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.				
<b>COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>				
CT01: Espíritu innovador y emprendedor.				
CT04: Capacidad de comunicar conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados, de manera oral y escrita, en castellano y en inglés.				
CT05: Capacidad de trabajo en equipo.				
CT06: Habilidades de relaciones interpersonales.				
CT07: Capacidad de razonamiento crítico y creatividad, como medios para tener la oportunidad de ser originales en la generación, desarrollo y/o aplicación de ideas en un contexto de investigación o profesional.				
CT10: Orientación a la calidad y a la mejora continua.				
CT11: Capacidad de aprendizaje autónomo.				
CT12: Capacidad para resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares).				
CT13: Capacidad de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información incompleta.				
<b>Temas y contenidos</b>				
La asignatura se estructura en dos bloques: Bloque 1: Introducción al análisis y diseño de circuitos de radiofrecuencia. Bloque 2: Dispositivos de comunicaciones ópticas.				

## Contenido teórico de la asignatura

### BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS DE RADIOFRECUENCIA

#### **Tema 1: Introducción a los circuitos de radiofrecuencia**

- 1.1 Aplicaciones de los circuitos de radiofrecuencia.
- 1.2 Tecnologías disponibles.
- 1.3 Actividades relacionadas con el diseño y fabricación de circuitos de radiofrecuencia en España y Europa

#### **Tema 2. Líneas de transmisión y adaptación de impedancias**

- 2.1 La teoría de microondas frente a la teoría de circuitos convencional.
- 2.2 La teoría de líneas de transmisión.
- 2.3 La Carta de Smith.
- 2.4 Adaptación de impedancias.
- 2.5 Tipos de líneas de transmisión.
- 2.6 Análisis de redes de microondas.

#### **Tema 3. Dispositivos semiconductores de microondas**

- 3.1 Materiales.
- 3.2 Dispositivos de dos terminales.
- 3.3 Dispositivos de tres terminales.

#### **Tema 4. Caracterización experimental y modelado de dispositivos**

- 4.1 Caracterización experimental de dispositivos.
- 4.2 Modelado de pequeña señal.
- 4.3 Modelado de gran señal.

#### **Tema 5. Introducción al diseño de circuitos de RF y microondas**

- 5.1 Introducción al diseño de circuitos pasivos y activos.
- 5.2 Metodología general de diseño.
- 5.3 Diseño de amplificadores de pequeña señal.

#### **Tema 6. Introducción a los procesos de fabricación de circuitos integrados.**

- 6.1 Integración de elementos pasivos en los circuitos integrados de microondas.
- 6.2 Fabricación de MMICs.
- 6.3 Fabricación de circuitos PCB.

### BLOQUE 2. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS.

#### **Tema 7. Introducción a los dispositivos pasivos**

- 7.1 Introducción y clasificación
- 7.2 Caracterización matricial
- 7.3 Atenuadores

#### **Tema 8. Dispositivos de control de la polarización**

- 8.1 Polarizadores ópticos
- 8.2 Retardadores de onda
- 8.3 Rotadores de polarización
- 8.4 Divisores y combinadores de polarización

#### **Tema 9. Dispositivos de control del encaminamiento**

- 9.1 Aisladores
- 9.2 Circuladores
- 9.3 Acoplamiento de modos

#### **Tema 10. Filtros ópticos**

- 10.1 Filtro Fabry-Perot
- 10.2 Interferómetro Mach-Zehnder
- 10.3 Interferómetro Sagnac
- 10.4 Anillos resonantes de fibra óptica

## 10.5 Filtros basados en óptica de bloque

### **Tema 11. Introducción a la amplificación óptica**

- 11.1 Principio de funcionamiento
- 11.2 Saturación de ganancia
- 11.3 Ecuaciones del amplificador de cuatro niveles
- 11.4 Ecuaciones del amplificador de tres niveles
- 11.5 Respuesta dinámica y distorsión de señal
- 11.6 Ruido en amplificadores ópticos

### **Tema 12 Amplificadores de láser de semiconductor**

- 12.1 Estructura y diseño del amplificador
- 12.2 Modelo del amplificador láser de semiconductor
- 12.3 El amplificador láser en régimen dinámico
- 12.4 Consideraciones sobre ruido en amplificadores SLA

### **Tema 13 Amplificadores de fibra dopada**

- 13.1 Principios generales

## **Contenido práctico de la asignatura**

### **BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS DE RADIOFRECUENCIA**

Los estudiantes tendrán que llevar a cabo tareas de simulación, fabricación y medida de prototipos. Para la simulación, se utilizará el paquete estándar de diseño asistido por ordenador (CAD) ADS (Advanced Design System) de la empresa Agilent.

Práctica 1. Introducción al CAD de circuitos de radiofrecuencia mediante el *software* ADS. (1 hora).

Práctica 2. Simulación con ADS de elementos pasivos de microondas. Práctica guiada. (2 horas).

Práctica 3. Simulación de circuito activo. Práctica guiada. (2 horas)

Práctica 4. Simulación con el ADS de un diseño concreto que los estudiantes deberán realizar de manera autónoma. (2 horas)

Práctica 5. Realización del prototipo correspondiente al diseño anterior como circuito impreso, y caracterización experimental. (1 hora)

### **BLOQUE 2: DISPOSITIVOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS.**

Los estudiantes realizarán simulaciones relacionadas con el funcionamiento de los dispositivos de comunicaciones ópticas más comunes utilizando software comercial.

Práctica 6. Introducción al CAD de simulación de dispositivos de comunicaciones ópticas (1 hora).

Práctica 7. Simulación de un EDFA (2 horas).

Práctica 8. Estudio de guías de onda ópticas (2 horas)

Práctica 9. Simulación de un SLA (2 horas)

<b>Actividades formativas</b>					
<b>Horas de trabajo del alumno por tema</b>		<b>Presencial</b>		<b>Actividad de seguimiento</b>	<b>No presencial</b>
<b>Tema</b>	<b>Total</b>	<b>GG</b>	<b>SL</b>	<b>TP</b>	<b>EP</b>
Presentación de la asignatura	1	1			
BLOQUE 1					
1	2.5	1	-	-	1.5
2	10.5	3	3	-	4.5
3	7.5	3	-	-	4.5
4	5	2	-	-	3
5	43	9	5	-	14+15 =29
6	2.5	1			1.5
BLOQUE 2					
7	5	2			3
8	2.5	1			1.5
9	7	2	2		3
10	5	2			3
11	15.5	4	1		7.5+3=10.5
12	13	3	2		6+2=8
13	14	4	2		6+2=8
Evaluación del conjunto	16	2+2+3	-	-	4.5+4.5=
<b>TOTAL</b>	150	45 horas	15 horas	0 horas	TOTAL 90 horas

### **Actividades formativas y metodología.**

- 1. Clases expositivas y participativas (GG).** Actividades formativas presenciales para grupo completo. La metodología utilizada combinará la lección magistral con la resolución de ejercicios. Se promoverá la participación de los estudiantes. En las partes expositivas, la explicación se apoyará en el uso del cañón de video y, ocasionalmente, de la pizarra. Las transparencias (todas ellas en inglés) se pondrán a disposición de los estudiantes con anterioridad a la explicación de cada tema. Se programará una conferencia relacionada con la temática de la asignatura, a impartir por una persona de una empresa.
- 2. Prácticas guiadas en aula de ordenadores (S/L).** Actividades presenciales que se realizan en un aula de ordenadores. En relación al bloque 1 de la asignatura, se realizarán prácticas guiadas en equipo, dirigidas a la familiarización de los estudiantes con el software ADS. Estas prácticas ofrecerán al estudiante una preparación para poder abordar el proyecto de diseño de un circuito de radiofrecuencia (punto 3) que se propondrá adicionalmente en la asignatura. En relación al bloque 2 de la asignatura (Dispositivos de Comunicaciones Ópticas), los estudiantes utilizarán una versión de demostración del software comercial Optiwave.
- 3. Prácticas relacionadas con el diseño, fabricación y caracterización experimental de un prototipo.** Los estudiantes deberán desarrollar un proyecto de diseño, fabricación y medida de un circuito de microondas. En la realización de este proyecto, se utilizará la metodología conocida como Aprendizaje Colaborativo Basado en Proyectos (ACBP). La elaboración del proyecto involucra varias fases, algunas de las cuales se realizarán de manera presencial y otras de manera no presencial: diseño teórico (actividad no presencial), simulación, fabricación y medida (actividades presenciales). La simulación del diseño se realizará en un aula de ordenadores, mientras que la fabricación y medida se llevarán a cabo en un laboratorio de instrumentación. A diferencia de las prácticas guiadas, para la realización de este proyecto el estudiante deberá trabajar de manera autónoma, mientras el profesor realizará actividades de dirección y orientación.

4. **Trabajo no presencial.** En este bloque se incluyen todas las actividades realizadas por el estudiante en horario no presencial. En relación a las clases expositivas y participativas, el estudiante debe repasar los conceptos y técnicas presentados en éstas y resolver ejercicios. Con respecto a las prácticas guiadas de laboratorio, el estudiante debe leer los guiones previamente a su realización. Con respecto al proyecto, los estudiantes deberán buscar información relativa al tipo de circuito que se proponga y realizar los cálculos correspondientes al diseño teórico. Además, una vez fabricado el circuito y caracterizado experimentalmente, deberán escribir un informe sobre éste. Con el fin de desarrollar la competencia CT04 y siguiendo las recomendaciones del plan de estudios, se les facilitará a los estudiantes material audiovisual en inglés relacionado con la asignatura para que lo utilicen en horario no presencial. Además, se les pedirá redactar en inglés una parte del informe que deben escribir sobre el proyecto.

### Cronograma de actividades

#### Actividades en grupo grande:

		Semana														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Febrero			Marzo			Abril			Mayo					
Temas	Presentación	1														
	1	1														
	2	1	2													
	3		1	2												
	4			1	1											
	5				2	3	3	1								
	6							1								
	7							1	1							
	8								1							
	Examen parcial								1	1						
	9									1	1					
	10									1	1					
	11										1	2	1			
	12											1	2			
	13													3	1	
Examen parcial														2		

Examen final

**Actividades de seminario/laboratorio:**

		Semana														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Febrero			Marzo				Abril			Mayo				
Temas	1															
	2	1	1	1												
	3															
	4															
	5				1	1	1	1	1							
	6															
	7															
	8															
	9									1	1					
	10															
	11											1				
	12												1	1		
	13														1	1

**Sistemas de evaluación**

Se realizarán las siguientes actividades de evaluación:

- 1) **Exámenes (75%).** Actividad recuperable. Se realizarán dos exámenes parciales (uno aproximadamente a la mitad del semestre, al finalizar el primer bloque, y otro al final del semestre). Además, se realizará un examen final (con dos partes, correspondientes a los dos bloques) en la fecha establecida por la Junta de Escuela. El estudiante debe alcanzar una nota mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada uno de los parciales y una nota media igual o superior a 5 puntos (sobre 10). Incluso en el caso de haber liberado algún parcial, el estudiante se podrá volver a presentar a éste en el examen final para intentar subir nota. La nota del parcial será la **última** nota obtenida. Sólo se guardarán notas de los parciales hasta septiembre en el caso de que el estudiante obtenga una nota superior a 7 en alguno de ellos. Los exámenes (tanto los parciales como el examen final) contendrán alguna pregunta en inglés relativa a los vídeos que se facilitarán a los estudiantes. Cada uno de los parciales constará de una parte teórica (3.5 puntos), una parte de cuestiones en inglés relacionadas con los vídeos (1.5 puntos) y una parte de problemas (5 puntos).
- 2) **Proyecto (15%).** La evaluación del proyecto se basará en el prototipo construido, el informe presentado (que incluirá una parte en inglés) y, en su caso, la defensa del proyecto. No se establece el requisito de una nota mínima del proyecto que el estudiante deba superar para aprobar la asignatura. La nota del proyecto se guardará para la convocatoria de septiembre del presente curso académico. **Esta actividad no es recuperable, es decir, sólo es posible entregar este trabajo una vez en cada curso académico, en el plazo que los profesores establezcan para ello.**
- 3) **Simulación de dispositivos de comunicaciones ópticas (10%).** La evaluación de las prácticas realizadas consistirá en la realización de un informe sobre un aspecto concreto de las simulaciones que los estudiantes desarrollen en las prácticas. Se tendrá en cuenta la originalidad del informe presentado en la calificación de esta parte. Si el informe no es original, esta actividad se calificará con cero puntos. **Esta actividad tampoco es recuperable, es decir, sólo se podrá entregar el informe una vez en cada curso académico, en el plazo que los profesores establezcan para ello.**

Para aprobar la asignatura es necesario que se cumplan las siguientes tres condiciones:

- Que el estudiante obtenga una nota mínima de 4 en cada uno de los parciales ( $P1 \geq 4$  y  $P2 \geq 4$ )
- Que el estudiante obtenga una nota media de 5 haciendo la media de los dos parciales  $(P1+P2)/2 \geq 5$
- Que el estudiante obtenga una nota mínima de 5 aplicando la expresión:

$$\text{Calificac\_Global} = 0.75 * (P1 + P2) / 2 + 0.15 * \text{Proyecto} + 0.10 * \text{Prácticas\_ComOpticas}$$

## Bibliografía

Bibliografía sobre dispositivos de radiofrecuencia:

- [1] David Pozar. Microwave Engineering. John Wiley & Sons, 3<sup>rd</sup> Edition, 2004.
- [2] I. A. Glover, S. R. Pennock, P. R. Shepherd. Microwave devices, circuits and subsystems for communications engineering, John Wiley & Sons, 2005.
- [3] Inder Bahl, Prakash Bhartia. Microwave Solid State Circuit Design, Wiley, 2003.
- [4] S. Maas. Nonlinear Microwave and RF Circuits. 2nd Edition, Artech House, 2003
- [5] Rowan Gilmore, Les Besser. Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol I: Passive Circuits and systems, Artech House, 2003.

Referencias web sobre circuitos de radiofrecuencia:

- [6] <http://www.home.agilent.com>. Página web de la empresa Agilent. En particular, se utilizará la información disponible sobre el software ADS (manuales y videos).
- [7] <http://www.amanogawa.com/archive/transmissionB.html> *Applets* sobre teoría de líneas de transmisión.

Bibliografía sobre dispositivos de comunicaciones ópticas:

- [8] J. Capmany, F.J. Fraile Peláez, J. Martí. Dispositivos de Comunicaciones Ópticas, Editorial Síntesis, 1999.
- [9] Binh, Le Nguyen. Optical fiber communications systems: theory and practice with MATLAB and Simulink models, CRC Press, 2010.
- [10] G. P. Agrawal, Lightwave Technology: Components and Devices, Wiley. 2004.

## Horario de tutorías

### **Tutorías Programadas:**

Se trata de una asignatura de tipo II (según Directrices de la UEx), por tanto, no dispone de tutorías programadas.

### **Tutorías de libre acceso:**

El horario de tutorías del segundo cuatrimestre se establece todos los años de manera oficial el 15 de enero. Una vez establecido, este horario se anunciará en la puerta de los despachos de los profesores, en la clase de presentación de la asignatura, en la página web de la Escuela Politécnica y en la página web de la asignatura en el Campus Virtual.

## Recomendaciones

Se recomienda la asistencia a clase y el estudio continuado de la asignatura

### **Medidas previstas para responder a necesidades particulares:**

Estudiantes con alguna discapacidad: La Unidad de Atención al Estudiante en colaboración con los profesores establecerán una adaptación a las circunstancias particulares.

Estudiantes extranjeros: Posibilidad de hacer el examen en inglés. Ponerse en contacto con los profesores de la asignatura.

