

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2015/16

Identificación y características de la asignatura				
Código	401091		Créditos ECTS	6
Denominación (castellano)	Dispositivos de Radiofrecuencia y de Comunicaciones Ópticas			
Denominación (inglés)	Devices for Radiofrequency and Optical Communications			
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)	Yolanda Campos Roca			
Competencias				
Competencias básicas:				
CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB8: Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios				
CB10: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
Competencias Generales:				
CG1: Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.				
CG4: Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.				
CG8: Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.				
CG11: Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.				
Competencias específicas:				
CETT10: Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.				
CETT13: Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.				

CETT14: Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

Competencias transversales:

CT1: Espíritu innovador y emprendedor.

CT4: 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.

CT5: Capacidad de trabajo en equipo.

CT7: 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.

Contenidos

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. Presentación de la asignatura.

Tema 2. Análisis y caracterización de redes de microondas.

- 2.1 Introducción
- 2.2 La matriz de parámetros S.
- 2.3 El analizador de redes.

Tema 3. Líneas de transmisión planares

- 3.1 Tipos de las líneas de transmisión planares.
- 3.2 Líneas de transmisión microstrip.
- 3.3 Líneas de transmisión coplanar y coplanar con plano de tierra.

Tema 4 Dispositivos semiconductores de microondas

- 4.1 Materiales.
- 4.2 Dispositivos semiconductores de alta frecuencia.
- 4.3 Transistores bipolares y de efecto de campo.
- 4.4 Modelos de transistores.

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

- 5.1 Introducción al diseño de circuitos pasivos y activos.
- 5.2 Tipos de circuitos de microondas.
- 5.3 Metodología general de diseño.
- 5.4 Ejemplo de diseño: amplificador de bajo ruido.
- 5.5 Principales funciones circuitales en la parte de RF de receptores y transmisores
- 5.6 Actividades relacionadas con el diseño y fabricación de circuitos de radiofrecuencia en España y Europa

BLOQUE 2. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS.

Tema 6. Introducción a los dispositivos pasivos

- 6.1 Introducción y clasificación
- 6.2 Caracterización matricial
- 6.3 Descripción de la propagación en fibra óptica
- 6.4 Atenuadores

Tema 7. Dispositivos de control de la polarización

- 7.1 Polarizadores ópticos
- 7.2 Retardadores de onda
- 7.3 Rotadores de polarización
- 7.4 Divisores y combinadores de polarización

Tema 8. Dispositivos de control del encaminamiento

- 8.1 Aisladores
- 8.2 Circuladores
- 8.3 Guías de onda integradas
- 8.4 Acoplamiento de modos

Tema 9. Filtros ópticos

- 9.1 Filtro Fabry-Perot
- 9.2 Interferómetro Mach-Zehnder
- 9.3 Interferómetro Sagnac
- 9.4 Anillos resonantes de fibra óptica
- 9.5 Filtros basados en óptica de bloque

Tema 10. Introducción a la amplificación óptica

- 10.1 Principio de funcionamiento
- 10.2 Saturación de ganancia
- 10.3 Ecuaciones del amplificador de cuatro niveles
- 10.4 Ecuaciones del amplificador de tres niveles
- 10.5 Respuesta dinámica y distorsión de señal
- 10.6 Ruido en amplificadores ópticos
- 10.7 Láser de semiconductor

Tema 11 Amplificadores de láser de semiconductor

- 11.1 Estructura y diseño del amplificador
- 11.2 Modelo del amplificador láser de semiconductor
- 11.3 El amplificador láser en régimen dinámico
- 11.4 Consideraciones sobre ruido en amplificadores SLA

Tema 12 Amplificadores de fibra dopada

- 12.1 Principios generales

Contenido práctico de la asignatura

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

Los estudiantes realizarán 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 0. Introducción al CAD de circuitos de radiofrecuencia mediante el *software* ADS (1 hora).

Práctica 1. Simulación de parámetros S (1 hora).

Práctica 2. Simulación de líneas de transmisión ideales (1 hora).

Práctica 3. Diseño y simulación de líneas microstrip. Optimización de parámetros (1 hora).

Práctica 4. Simulación electromagnética (1 hora).

Práctica 5. Simulación con el ADS de un diseño concreto que los estudiantes deberán realizar de manera autónoma (1 hora).

Práctica 6. Realización del prototipo correspondiente al diseño anterior como circuito impreso, y caracterización experimental (2 horas).

BLOQUE 2: DISPOSITIVOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS.

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

Práctica 8. Propagación en fibra óptica (1 hora).

Práctica 9. Guías integradas (2 horas).

Práctica 10. Filtros ópticos (2 horas).

Práctica 11. Amplificadores ópticos (2 horas).

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial		Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	SL	TP	EP
Presentación de la asignatura	1	1			
BLOQUE 1					
1	7	2	1	-	4
2	9.5	3	2		4.5
3	6	3	-	-	3
4	45	10	5	-	31
BLOQUE 2					
6	5	2	-	-	3
7	2.5	1	-	-	1.5
8	7	2	1	-	3
9	5	2	-	-	3
10	15	4	2	-	10
11	13	3	2	-	8
12	14	4	2	-	8
Evaluación del conjunto	15	3+3	-	-	9
TOTAL	150	45	15	0	90

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 realización 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, para desarrollar la competencia CT04) se pondrán a disposición de los estudiantes con anterioridad a la explicación de cada tema. Se tratará de conseguir que un especialista de una empresa imparta una conferencia relacionada con la temática de la asignatura.
- 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 que se describe en el punto 3. En relación al bloque 2 de la asignatura (Dispositivos de Comunicaciones Ópticas), los estudiantes utilizarán una versión de demostración del software comercial Optiwave y otros paquetes de software de código abierto.
- 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 uno o varios circuitos 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 que el profesor realizará actividades de dirección y orientación (garantizando así el desarrollo de las competencias CT11 y CT12).
- 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. Con respecto a las prácticas guiadas de laboratorio, el estudiante debe leer los guiones previamente a su realización. Con respecto al proyecto de diseño, 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 valorará la redacción en inglés del informe que deben escribir sobre el proyecto. En lo que respecta a las prácticas sobre dispositivos de comunicaciones ópticas, los estudiantes deberán escribir el informe en horario no presencial.

Metodologías docentes

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje cooperativo y colaborativo
- Clases magistrales participativas
- Resolución de problemas

Resultados de aprendizaje

- Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación.
- Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
- Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.
- Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos.
- Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.
- Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
- Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
- Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.

Sistemas de evaluación

Se realizarán las siguientes actividades de evaluación:

- 1) **Exámenes (60%)**. 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. En ese caso la calificación final se calculará considerando la nota mejor, no la última. Las notas de los parciales se guardarán hasta la convocatoria extraordinaria de febrero del siguiente curso, **pero no para convocatorias posteriores**. Los exámenes escritos serán de opción múltiple (tipo test) e incluirán algunas preguntas en inglés relativas a los vídeos que se facilitarán a los estudiantes (véase competencia CT04).

- 2) **Proyecto de diseño, realización y caracterización experimental de un circuito de microondas (25%).** La evaluación del proyecto se basará en el prototipo construido, el informe presentado 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 hasta la convocatoria extraordinaria de febrero del siguiente curso académico, **pero no para convocatorias posteriores.** **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 (15%).** 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. En caso de plagio, esta actividad se calificará con cero puntos. **Sólo se podrá entregar el informe una vez en cada curso académico, en el plazo que los profesores establezcan para ello.** Esta nota se guardará hasta la convocatoria extraordinaria de febrero del siguiente curso académico, **pero no para convocatorias posteriores.**

La nota correspondiente a las actividades de evaluación 2 y 3 (de carácter práctico), que tienen un peso global del 40%, es recuperable en las convocatorias oficiales mediante una prueba práctica final en el laboratorio. Se recomienda a los estudiantes que opten por el sistema de evaluación continua de la parte práctica (basado en las actividades 2 y 3). El otro sistema se recomienda sólo en circunstancias especiales. En el caso de que un estudiante decida presentarse a la parte práctica para intentar subir nota, la media se calculará con la **última nota** práctica obtenida.

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

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

$$\text{Nota_global} = 0.60 * (P1 + P2) / 2 + 0.25 * \text{Proyecto} + 0.15 * \text{Prácticas_ComOpticas}$$

$$\text{Nota_global} = 0.60 * (P1 + P2) / 2 + 0.40 * \text{Examen_practico_laboratorio}$$

Si el alumno no alcanza alguna de las notas mínimas exigidas, la calificación final en esa convocatoria se obtendrá calculando el mínimo entre la nota global y un 4.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía sobre dispositivos de radiofrecuencia:

- [1] David Pozar. Microwave Engineering. John Wiley & Sons, 3rd 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.
- [6] E. Sánchez, "Introducción a los dispositivos y circuitos semiconductores de microondas", Pearson

Educación, 2012.

Referencias web sobre circuitos de radiofrecuencia:

[7] <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).

[8] <http://www.amanogawa.com/archive/transmissionB.html> *Applets* sobre teoría de líneas de transmisión.

[9] <http://sss-mag.com/smith.html#tutor> Recursos sobre la Carta de Smith.

Bibliografía sobre dispositivos de comunicaciones ópticas:

[10] J. Capmany, F.J. Fraile Peláez, J. Martí. Dispositivos de Comunicaciones Ópticas, Editorial Síntesis, 1999.

[11] Binh, Le Nguyen. Optical fiber communications systems: theory and practice with MATLAB and Simulink models, CRC Press, 2010.

[12] 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:

De acuerdo con la normativa, el horario de tutorías de libre acceso se establecerá en julio de 2015.

En el plazo establecido para la entrega de las fichas (25 de mayo de 2015), todavía se desconocen los horarios de clase del próximo curso.

Una vez aprobado el horario de tutorías, éste se anunciará en la puerta del despacho 27, 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

Estudio de la asignatura:

- Se recomienda la asistencia a clase y llevar al día la asignatura. También se recomienda consultar con el profesor todas las dudas tanto en el horario de tutorías como en el transcurso de las clases.

Conocimientos previos:

- Se recomienda haber cursado previamente asignaturas equivalentes a las siguientes:
 - Análisis de redes (ubicada en el primer curso del Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen).
 - Campos Electromagnéticos (ubicada en el segundo curso del Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen).
 - Radiación y Ondas Guiadas (ubicada en el segundo curso del Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen).

e Imagen).

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.