

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2026/2027

Identificación y características de la asignatura					
Código	402387				
Denominación (español)	Diseño de circuitos de alta frecuencia para comunicaciones y radar				
Denominación (inglés)	High-frequency circuit design for communications and radar				
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación				
Centro	Escuela Politécnica				
Módulo	Tecnologías de Telecomunicación				
Materia	Sistemas avanzados de comunicaciones				
Carácter	Obligatoria	ECTS	4.5	Semestre	2
Profesorado					
Nombre	Despacho			Correo-e	
Yolanda Campos Roca	15 (Escuela Politécnica, Pabellón de Ing. de Telecomunicación)			ycampos@unex.es	
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones				
Departamento	Tecnologías de los Computadores y las Comunicaciones				
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)					
Resultados de aprendizaje					
C04. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia					
COM01. Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.					
HB02. Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.					
HB04. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.					

Contenidos
Descripción general del contenido: Técnicas de diseño de circuitos, tanto activos como pasivos, empleados en sistemas de comunicaciones y radar, con especial atención hacia las bandas milimétricas y submilimétricas: filtros, amplificadores de bajo ruido, convertidores de frecuencia y amplificadores de potencia. Tecnologías de fabricación sustractivas y aditivas actuales y emergentes. Compromiso entre prestaciones de los circuitos y sostenibilidad ambiental: eficiencia energética, elección de materiales sostenibles y reciclabilidad. Manejo de herramientas de simulación: simuladores circuitales, herramientas de simulación electromagnética 3D. Desafíos tecnológicos en el diseño de circuitos enfocados hacia aplicaciones actuales y emergentes, incluyendo 5G/6G, comunicaciones por satélite avanzadas, radar para automoción, sistemas de formación de imágenes, entre otras. Diseño, prototipado y medida de circuitos de alta frecuencia en tecnología de circuito impreso, diseño enfocado a integración MMIC. Ecosistema español y europeo: empresas líderes en diseño de circuitos de alta frecuencia, foundries y centros de I+D.
Temario
Denominación del tema 0: Presentación de la asignatura. Denominación del tema 1: Ecosistema español y europeo del diseño y fabricación de circuitos de alta frecuencia. Contenidos del tema 1: 1. Sectores de aplicación de los circuitos de alta frecuencia. 2. Tecnologías de fabricación: procesos y aspectos de sostenibilidad. 3. Actividades profesionales en el ámbito nacional y europeo. 4. Actividades de investigación, innovación y transferencia tecnológica en el ámbito nacional y europeo. Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Práctica 1. Introducción a una herramienta de simulación circuital. Denominación del tema 2: Análisis y caracterización de redes de microondas. Contenidos del tema 2: 1. Introducción 2. La matriz de parámetros S. 3. El analizador de redes. Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Práctica 2. Simulación de parámetros S utilizando modelos ideales de líneas de transmisión. Práctica 3. Introducción a las medidas con un analizador de redes. Denominación del tema 3: Líneas de transmisión y diseño de circuitos

pasivos en tecnologías planares.

Contenidos del tema 3:

1. Líneas de transmisión planares.
2. Filtros, acopladores, divisores y combinadores de potencia.
3. Desfasadores.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3:

Práctica 4. Diseño y simulación de líneas microstrip. Optimización de parámetros.

Práctica 5. Introducción a una herramienta de simulación electromagnética.

Práctica 6. Entrenamiento para el proyecto práctico de diseño experimental de un circuito pasivo.

Denominación del tema 4: **Diseño de amplificadores de bajo ruido.**

Contenidos del tema 4:

1. Principios de funcionamiento de un LNA.
2. Dispositivos activos para LNAs.
3. Procedimiento de diseño de un LNA a partir de sus especificaciones.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4:

Práctica 7. Entrenamiento para el proyecto práctico de diseño experimental de un LNA.

Denominación del tema 5: **Diseño de circuitos activos no lineales.**

Contenidos del tema 5:

1. Amplificadores de potencia. Eficiencia energética.
2. Osciladores.
3. Conversores de frecuencia.

Descripción de las actividades prácticas del tema 5:

Práctica 8. Introducción a la simulación de circuitos no lineales mediante balance armónico. Simulación de un amplificador de potencia.

Práctica 9. Construcción y caracterización experimental de prototipos, diseñados por los equipos de estudiantes en el contexto de los proyectos prácticos evaluables.

Actividades formativas

Actividades Presenciales

Actividades Virtuales

TEMA	TOTAL	(AP)					(AV)				TP	TA
		GG	CH	L	O	S	CST	CSP	CAT	CAP		
0	1						1					
1	5						2	1				2
2	12						5	2				5
3	17						7	3				10
4	27	5		3			1	3				12
5	39	8		2								28
Evaluación	11,5	1		1								10,5
Totales	112,5	14		6			16	9				67,5
		45% Presencialidad					55% Virtualidad					

Actividades Presenciales (AP)

Actividades que se desarrollan en un único espacio físico y que implican interacción física entre estudiante y docente:

- GG: Grupo Grande (85 estudiantes).
- CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
- L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)
- O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
- S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

Actividades Virtuales (AV)

Actividades que no se desarrollan en un espacio físico común. Pueden ser síncronas (implican interacción estudiante / docente) o asíncronas:

- CST: Clase síncrona teórica.
- CSP: Clase síncrona práctica.
- CAT: Clase asíncrona teórica.
- CAP: Clase asíncrona práctica.

- TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tutorías ECTS).
- TA: Trabajo autónomo del estudiante.

Metodologías docentes

De forma sintética y en coherencia con la redacción presente en la memoria del título, se enumeran las metodologías docentes empleadas: clases síncronas; sesiones de laboratorio; realización de trabajos por parte del estudiante; seguimiento síncrono del aprendizaje del estudiante; metodologías centradas en el alumnado.

Se presenta a continuación una exposición más detallada de la metodología cuyo objetivo es ofrecer una mayor claridad para los estudiantes:

- 1. Clases de teoría e introducción a las prácticas (GG, CST).** Se impartirán clases presenciales y clases virtuales síncronas orientadas a la presentación de los fundamentos teóricos de la asignatura y a la introducción de las actividades prácticas. Las diapositivas de apoyo, elaboradas en inglés, se pondrán a disposición de los estudiantes con

antelación a la explicación de cada tema.

2. **Sesiones prácticas guiadas (L y CSP).** Se desarrollarán sesiones prácticas guiadas, tanto presenciales como virtuales síncronas, destinadas a la familiarización de los estudiantes con el uso de herramientas de simulación de circuitos. Estas actividades permitirán adquirir las competencias necesarias para abordar posteriormente el proyecto de diseño propuesto en la asignatura.
3. **Proyecto de diseño, fabricación y evaluación experimental de un circuito de alta frecuencia (TA y L).** Los estudiantes desarrollarán un proyecto de diseño, fabricación y caracterización experimental de uno o varios circuitos de microondas. Este proyecto constituye la actividad central de la parte práctica de la asignatura. Las tareas de diseño, simulación y elaboración de los entregables asociados se realizarán mediante trabajo autónomo no presencial (TA). Por su parte, la fabricación y caracterización experimental se llevarán a cabo de forma presencial en el laboratorio (L). La profesora realizará el seguimiento de la actividad, entendiendo dicho seguimiento como un proceso de planificación, orientación y acompañamiento por parte del docente, sin que ello implique la resolución directa de los problemas o dificultades que puedan surgir durante su desarrollo, cuya solución deberá ser abordada por los propios estudiantes como parte del proceso de aprendizaje.
4. **Estudio y preparación personal (TA).** Este trabajo se centrará en el estudio autónomo de los conceptos teóricos y técnicas presentados en las clases presenciales y virtuales síncronas. Se trata de un trabajo individual, realizado en horario no presencial, cuyo objetivo es consolidar los conocimientos adquiridos y favorecer la preparación de las actividades prácticas.

Sistemas de evaluación

Durante las tres primeras semanas del periodo de clases el estudiante podrá acogerse a uno de los dos siguientes tipos de evaluación: continua y global. Para ello, se establecerá una consulta en el campus virtual.

1. Modalidad de evaluación continua. La evaluación constará de:

- **EC1 (60%). Prueba escrita.** Se realizará un examen escrito de carácter teórico-práctico en uno de los últimos días del semestre. La realización de este examen requerirá la **presencia física del estudiante** en el aula. Para optar al aprobado, el estudiante debe alcanzar una **nota**

mínima de 4 puntos (sobre 10) en esta prueba. El examen será de opción múltiple (tipo test) e incluirá también preguntas relativas a la parte práctica de la asignatura. Se trata de una actividad recuperable en todas las convocatorias del curso. **No se guardarán en ningún caso notas de esta parte para convocatorias posteriores.**

- **EC2 (35%). Proyecto de diseño, realización y caracterización experimental de circuitos de alta frecuencia (35%).** La evaluación del proyecto se realizará a partir de los entregables presentados, el/los prototipos desarrollados, las entrevistas de seguimiento, y la presentación y defensa final. Esta actividad es **no recuperable** en la convocatoria ordinaria de mayo. Sí podrá recuperarse en las convocatorias extraordinarias de julio y de enero del curso siguiente a través de una prueba práctica específica, como la que se describe en la modalidad de evaluación global (véase EG2). Para ser evaluado/a de esta parte, será **obligatoria la asistencia presencial del estudiante al menos una vez, en la fecha establecida para la defensa**. La nota mínima del proyecto para poder optar al aprobado es **4 sobre 10**. La calificación del proyecto se guardará hasta la convocatoria extraordinaria de enero del siguiente curso, **pero no para convocatorias posteriores**. Si un estudiante tiene una calificación guardada y decide presentarse de nuevo para tratar de mejorarla, la media se calculará con la **última** calificación obtenida.
- **EC3 (5%). Asistencia a sesión práctica de construcción y medida de prototipos y participación activa en esta (5%).** El proyecto de diseño incluye una sesión en el laboratorio de tecnología de alta frecuencia destinada a la fabricación y medida del/de los prototipos diseñados por los estudiantes. Para optar a este 5% de la nota, se requerirá la presencia física del estudiante en el laboratorio y su participación activa. Esta actividad no tiene nota mínima para optar al aprobado.

2. Modalidad de evaluación global. Se realizarán pruebas finales en la fecha establecida por la Junta de Escuela. Son las siguientes:

- **EG1 (60%). Prueba escrita.** Se trata de un examen escrito con características análogas (examen tipo test) a las que se utilizan en el sistema de evaluación continua descrito anteriormente (prueba EC1). Se establece la misma nota mínima.
- **EG2 (35%). Prueba práctica en sala de ordenadores.** Esta actividad sustituye al proyecto planteado en el sistema de evaluación continua. Se establece la misma nota mínima. Se trata de un examen práctico en una sala de ordenadores, seguido de una defensa oral individual, en la que el/la docente se desplazará por los puestos de los estudiantes, formulando preguntas sobre el trabajo desarrollado y solicitando,

cuando proceda, pequeñas modificaciones o ampliaciones de este. Esta nota se guardará hasta la convocatoria de enero del curso siguiente, pero no para convocatorias posteriores.

- **EG3 (5%). Prueba práctica en laboratorio experimental.** Esta actividad sustituye a la actividad EC3. Consistirá en realizar una actividad práctica de medida con instrumentación de laboratorio. Esta actividad no tiene nota mínima para optar al aprobado.

En cualquiera de las dos modalidades, para superar la asignatura es necesario obtener notas que superen los **mínimos establecidos** para las distintas pruebas y una **calificación global igual o superior a 5** aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Nota global} = \text{Nota1} \cdot 0.6 + \text{Nota2} \cdot 0.35 + \text{Nota3} \cdot 0.05$$

siendo Nota1 la nota de la primera actividad (EC1 o EG1), Nota2 la nota de la segunda actividad (EC2 o EG2), y Nota3 la nota de la tercera actividad (EC3 o EG3).

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

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.

Bibliografía (básica y complementaria)

- Aula virtual de la asignatura (descarga de diapositivas, enunciados de prácticas, material de apoyo para el Aprendizaje Basado en Proyectos, foros, etc.): <http://campusvirtual.unex.es/>
- Michael Steer, Microwave and RF Design. Open Textbook Library (<https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/fundamentals-of-microwave-and-rf-design>). 2019. [Acceso el 06/09/2026]
- David Pozar. Microwave Engineering. John Wiley & Sons, 3rd Edition, 2004.
- I. A. Glover, S. R. Pennock, P. R. Shepherd. Microwave devices, circuits and subsystems for communications engineering, John Wiley & Sons, 2005.
- Inder Bahl, Prakash Bhartia. Microwave Solid State Circuit Design, Wiley, 2003.
- Rowan Gilmore, Les Besser. Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol I: Passive Circuits and systems, Artech House, 2003.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- <https://www.qsl.net/va3iul/> Página web con una recopilación muy extensa de recursos de RF.
- S. J. Orfanidis. Electromagnetic Waves and Antennas, <https://gctjaipur.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/08/electromagnetic-waves-and-antennas.pdf>. Libro completo gratuito.
- <http://www.amanogawa.com/archive/transmissionB.html> Applets sobre teoría de líneas de transmisión.
- Dr. Raymond Rumpf. Microwave Engineering. https://empossible.net/academics/emp4301_5302/ Una asignatura sobre ingeniería de microondas con muchas clases en formato vídeo disponibles.
- <https://rickettslab.org/radio-system-design/lectures/lecture/> Colección de clases en formato video del profesor David S. Ricketts.
- https://www.youtube.com/channel/UCXNEq_4ocEpNtHTiAMER84Q/videos Canal de YouTube que ofrece tutoriales para diseñar y simular componentes como antenas y circuitos pasivos y activos de microondas utilizando diferentes simuladores.
- <https://www.rftoolbox.ca/> Free calculators.