



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Diseño de Circuitos de Microondas y Ondas Milimétricas y CAD

Asignatura	Diseño de Circuitos de Microondas y Ondas Milimétricas y CAD			
Código	V05M145V01317			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	2	1c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Barciela, Mónica			
Profesorado	Fernández Barciela, Mónica			
Correo-e	monica.barciela@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			

**Descripción general** Las prestaciones de los sistemas de comunicaciones actuales y futuros dependen en gran medida de la tecnología disponible en cada momento para la fabricación de sus transceptores de RF. Para poder comprender lo complejos que pueden llegar a ser estos sub-sistemas, sus especificaciones y limitaciones, en particular en las bandas de microondas y ondas milimétricas, es obligatorio acercarse a la electrónica analógica que subyace a su diseño y a los métodos disponibles para su fabricación. Y este acercamiento no sólo puede ser puramente teórico, en aspectos como el funcionamiento de los dispositivos activos o los métodos de diseño y fabricación, sino que requiere disponer de un conocimiento práctico sobre el diseño, fabricación, medida y evaluación de las prestaciones de los módulos de los transceptores. El alumnado ya ha adquirido durante el primer curso del Máster un sustrato teórico básico, a través de asignaturas obligatorias previas.

El objetivo principal de la asignatura es proporcionar al alumnado conocimientos prácticos sobre cómo diseñar, fabricar en tecnología integrada híbrida, y caracterizar las prestaciones de un prototipo circuital; en concreto, uno de los módulos analógicos utilizados en los transceptores modernos para microondas (amplificadores de potencia, osciladores o mezcladores). Con este objetivo en mente, la mayor parte de las horas de la asignatura, tanto presenciales como de trabajo personal del alumnado, se invertirán en el diseño y fabricación de este prototipo en diversas fases, cada una de las cuales será evaluada. Además de este trabajo práctico, y como complemento necesario, se dedicarán 5 horas a describir brevemente las reglas y metodologías para el diseño de algunos de los subsistemas avanzados para los transceptores presentes y futuros que trabajan en las bandas de microondas y ondas milimétricas. Entre otros, cabe destacar aspectos relacionados con el diseño de amplificadores eficientes energéticamente o el uso de parámetros X para caracterizar estos componentes no lineales.

La asignatura será impartida íntegramente en inglés, tanto en la exposición oral como en las comunicaciones escritas con el alumnado, así como en la documentación técnica e informes proporcionados.

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
B1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
B4	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.
B8	CG8 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.

### Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Aprender el diseño de circuitos analógicos activos avanzados (lineales y no lineales) para emisores y receptores de comunicaciones en las bandas de microondas y de ondas milimétricas.	B1 B4 C32
Aprender a diseñar circuitos de alta frecuencia para la interfaz optoelectrónica en sistemas de comunicaciones ópticas.	B1 B4 C32
Aprender las técnicas de fabricación de circuitos integrados (híbridos y monolíticos) para comunicaciones en las bandas de alta frecuencia. Aprender cómo aplicar una de estas técnicas en la fabricación de un prototipo circuital para un transceptor.	B1 B4 B8 C32
Aprender a caracterizar y valorar el rendimiento de circuitos de microondas para transceptores de comunicaciones.	B1 C32

### Contenidos

Tema	
1. Diseño de circuitos avanzados para transceptores de comunicaciones en las bandas de microondas y las ondas milimétricas.	a. Técnicas lineales y no lineales de diseño de Circuitos de Microondas -Diseño basado en CAD y en modelos de componentes circuitales. -Diseño basado en medidas de los componentes. - Comparación entre los parámetros S y los parámetros X. b. Diseño avanzado de amplificadores de bajo ruido. c. Diseño de amplificadores de potencia de alta eficiencia. d. Diseño de osciladores. e. Diseño de convertidores de frecuencia.
2. Diseño de circuitos de alta frecuencia para transceptores optoelectrónicos en sistemas de comunicaciones ópticas.	Técnicas de diseño de amplificadores avanzados de banda ancha.
3. Técnicas de fabricación de circuitos integrados híbridos y monolíticos para microondas y ondas milimétricas.	Técnicas de fabricación de circuitos integrados híbridos Técnicas de fabricación de circuitos integrados monolíticos en foundry.
4. Técnicas avanzadas de caracterización lineal y no lineal de componentes circuitales, e instrumentación correspondiente, para guiar el diseño y evaluar el rendimiento de los módulos de los transceptores.	Técnicas de caracterización lineal de dispositivos e instrumentos: VNAs. Técnicas de caracterización no lineal de dispositivos e instrumentos: NVNAs, VSAs, etc.
5. Aplicación al diseño de un componente circuital de los transceptores de comunicaciones: Diseño de un prototipo basado en CAD, fabricación, medida y evaluación de prestaciones.	Diseño del prototipo utilizando el simulador de circuitos ADS Fabricación del prototipo en tecnología integrada híbrida usando líneas de transmisión microstrip. Caracterización del prototipo para evaluar sus prestaciones.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	5	5	10
Prácticas con apoyo de las TIC	15	0	15
Prácticas de laboratorio	4	0	4
Trabajo tutelado	0	35	35
Trabajo tutelado	0	50	50
Trabajo tutelado	1	10	11

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

Descripción

Lección magistral	<p>Serán impartidas en un aula con la ayuda de una pizarra y un proyector de vídeo. Se describirán los conceptos principales de los Capítulos relevantes de la asignatura.</p> <p>Se dispondrá en Moovi de documentación de apoyo.</p> <p>Nota: el último Capítulo se corresponde con un trabajo de aplicación (tutelado) a realizar por el alumnado. Alguno/s de los capítulos/secciones de la asignatura serán trabajados y presentados (oralmente y de forma individual) por el alumnado, como parte de otro trabajo tutelado a evaluar. Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>
Prácticas con apoyo de las TIC	<p>Durante estas clases, con la ayuda de un simulador comercial de circuitos de microondas, el alumnado diseñará de forma individual un prototipo circuital, entre aquellos descritos en el temario. Este trabajo se completará a través de trabajo personal tutorizado.</p> <p>El alumnado dispondrá en Moovi de documentación y ficheros de apoyo a estas clases. También se le proporcionará información para obtener una licencia temporal del simulador de circuitos, gracias a un acuerdo de UVIGO con el proveedor del simulador. Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>
Prácticas de laboratorio	<p>El prototipo circuital (diseñado por el alumnado en las prácticas TIC y el trabajo personal tutorizado) será fabricado (en tecnología integrada híbrida) en el laboratorio y medido utilizando la instrumentación adecuada.</p> <p>Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>
Trabajo tutelado	<p>Con el apoyo de las horas presenciales de práctica en aula informática, el estudiante será guiado en su trabajo no presencial en la realización individual de un diseño de un prototipo circuital ideal (Parte I). Después, implementará este prototipo en tecnología microstrip en otro trabajo tutelado (Parte II). El estudiante redactará y entregará un informe del trabajo, para ser evaluado. Este proyecto, dividido en 3 partes, requerirá la mayor parte del esfuerzo del estudiante en la asignatura.</p> <p>Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>
Trabajo tutelado	<p>El estudiantado preparará, de forma individual, y entregará un informe escrito sobre uno de los temas de la asignatura, asignado por el profesorado. Este trabajo será evaluado: a través de una presentación oral, en la que también contestará a cuestiones sobre el tema del informe.</p> <p>Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>
Trabajo tutelado	<p>Con el apoyo de las horas presenciales de práctica en aula informática, el estudiante será guiado en su trabajo no presencial en la realización individual de un diseño de un prototipo circuital en tecnología microstrip (Parte II). Después, fabricará este prototipo y evaluará su rendimiento durante las prácticas de laboratorio. El estudiante redactará y entregará un informe del trabajo, para ser evaluado. Este proyecto requerirá la mayor parte del esfuerzo del estudiante en la asignatura. Estas clases están orientadas a la adquisición de las competencias: CG1,4,8 y CE38/OP8.</p>

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El alumnado podrá consultar sus dudas sobre el temario impartido en las clases magistrales a través de las horas de tutorías. Solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>
Prácticas con apoyo de las TIC	Durante estas clases, el estudiantado -de forma individual- llevará a cabo las tareas de diseño asignadas, con la ayuda y orientación personalizada del profesor. Para solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>
Prácticas de laboratorio	Durante estas clases, el estudiantado -de forma individual- llevará a cabo las tareas de prototipado y medida asignadas, con la ayuda y orientación personalizada del profesor. Para solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>
Trabajo tutelado	El alumnado podrá consultar sus dudas y solicitar sugerencias en la realización del trabajo de diseño/fabricación y medida del prototipo a través de las horas de tutorías. Solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>
Trabajo tutelado	El alumnado podrá consultar sus dudas y solicitar sugerencias en la realización del informe/presentación del tema a través de las horas de tutorías. Para solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>
Trabajo tutelado	El alumnado podrá consultar sus dudas y solicitar sugerencias en la realización del trabajo de diseño/fabricación y medida del prototipo a través de las horas de tutorías. Solicitud de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321</a>

### Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Prácticas de laboratorio	El prototipo circuital en tecnología microstrip (diseñado por el alumnado en las prácticas TIC y el trabajo personal tutorizado) será fabricado (en tecnología integrada híbrida) en el laboratorio y medido utilizando la instrumentación de microondas adecuada. En este trabajo se evaluarán las competencias CG1, CG4, CG8 y CE32.	20	B1 B4 B8	C32
Trabajo tutelado	El estudiantado diseñará, con ayuda del simulador y evaluará las prestaciones de un prototipo circuital ideal para un transceptor de microondas. Este trabajo será individual. Su evaluación se realizará: a través del diseño del circuito, los resultados de su simulación y el informe. En este trabajo se evaluarán las competencias CG1, CG4, CG8 y CE32.	30	B1 B4 B8	C32
Trabajo tutelado	El estudiantado realizará- de forma individual- un informe sobre un tema relacionado con uno de los capítulos de la asignatura. La evaluación de este trabajo será realizada teniendo en cuenta la calidad del informe, su presentación oral y las respuestas a las preguntas planteadas durante la presentación. En este trabajo se evaluarán las competencias CG1, CG4, CG8 y CE32.	10	B1 B4 B8	C32
Trabajo tutelado	El estudiantado diseñará, con ayuda del simulador, en tecnología híbrida microstrip y evaluará las prestaciones de un prototipo circuital para un transceptor de microondas. Este trabajo será individual. Su evaluación se realizará: a través del diseño del circuito, los resultados de su simulación, la calidad del layout, y el informe. En este trabajo se evaluarán las competencias CG1, CG4, CG8 y CE32.	40	B1 B4 B8	C32

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La asignatura será impartida íntegramente en inglés, tanto en la exposición oral como en las comunicaciones escritas, así como en la documentación técnica e informes proporcionados.

#### A) Oportunidad Ordinaria:

El trabajo del estudiantado será evaluado mediante la realización de los 3 trabajos tutelados y las prácticas de laboratorio: 1. El prototipo circuital: será evaluado su diseño ideal y los resultados de su simulación (trabajo tutelado 1, 30%); será evaluado su diseño microstrip (layout) y los resultados de su simulación (trabajo tutelado 2, 40%); la calidad del prototipo fabricado y sus prestaciones medidas (prácticas laboratorio, 20%), todas estos trabajos incluyen un informe que también será evaluado. En total, este trabajo de diseño se corresponde con el 90% de la nota final de la asignatura. 2. Informe y presentación oral, relacionado con uno de los temas de la asignatura: será evaluado el informe entregado, la presentación oral, así como la repuesta a las preguntas cortas que se le plantearán durante la presentación. Se corresponde con el 10% de la nota final de la asignatura.

El alumnado que opte por Evaluación Global (opción disponible hasta un mes antes de la fecha del examen global), dispondrá de 4 semanas para: diseñar, fabricar (necesario para optar a una calificación superior al 80% de la calificación total de la asignatura), medir y evaluar prestaciones y escribir un informe de un nuevo prototipo, sugerido por el profesorado. Este trabajo puntúa hasta el 100% de la calificación total de la asignatura.

#### B) Oportunidad Extraordinaria:

Quien haya asistido al 80% de las horas presenciales, podrá optar a mejorar sus trabajos previos, con ayuda de las sugerencias del profesor, y presentarlos de nuevo en esta oportunidad, donde serán nuevamente evaluados de forma similar. En caso contrario, dispondrá de 4 semanas para: diseñar, fabricar (obligatorio para optar a una calificación superior al 80% de la calificación total de la asignatura), medir y evaluar prestaciones y escribir un informe de un nuevo prototipo, sugerido por el profesorado. Este trabajo puntúa hasta el 100% de la calificación total de la asignatura.

La convocatoria fin de carrera será evaluada de forma similar a la Oportunidad Extraordinaria.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos realizados por el alumnado, la calificación final de la asignatura será de suspenso (0) y el/los profesor/es comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Guillermo Gonzalez, **Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design**, 2,

#### Bibliografía Complementaria

**Technical papers (journals, application notes, data sheets,...),**

**Instrumentation and simulator manuals,**

Steve C. Cripps, **Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design**, 1,

Guillermo Gonzalez, **Foundations of Oscillator Circuit Design**,

D. Root, **X-Parameters: Characterization, Modeling, and Design of Nonlinear RF and Microwave Components**, 1,

### Recomendaciones

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Electrónica y Fotónica para Comunicaciones/V05M145V01202

---