



## DATOS IDENTIFICATIVOS

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

|                       |                                                               |        |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Diseño de Circuitos de Microondas e Ondas Milimétricas e CAD  |        |       |              |
| Código                | V05M145V01317                                                 |        |       |              |
| Titulación            | Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación         |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                 | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 5                                                             | OP     | 2     | 1c           |
| Lingua de 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> |        |       |              |

**Descrición xeral** O rendemento dos sistemas de comunicacións actuais depende en gran medida da tecnoloxía dispoñible para a fabricación dos seus transceptores. Para poder comprender o complexo que poden chegar a ser estes sub-sistemas, o seu rendemento, especificacións e limitacións, en particular nas bandas de microondas e ondas milimétricas, é obrigatorio achegarse á electrónica analóxica que subxacente ao seu deseño e aos métodos dispoñibles para a súa fabricación. E este achegamento non só pode ser puramente teórico, en aspectos como o funcionamento dos dispositivos activos ou os métodos de deseño e fabricación, se non que aínda é máis importante dispor dun coñecemento práctico sobre o deseño, fabricación medida e avaliación do rendemento dos módulos dos transceptores. O alumnado xa adquiriu durante o primeiro curso do Máster o substrato teórico, a través de materias obrigatorias previas.

Esta materia ten como obxectivo proporcionar ao alumnado coñecemento práctico sobre cómo deseñar, fabricar en tecnoloxía integrada híbrida e caracterizar o rendemento dun prototipo circuital; en concreto, un dos módulos analóxicos utilizados nos transceptores modernos para as bandas dos microondas (amplificadores de potencia, osciladores ou mesturadores). Con este obxectivo en mente, a maior parte das horas da materia (tanto presenciais como de traballo persoal do alumnado, investiranse no deseño e fabricación deste prototipo en diversas fases, cada unha delas será avaliada. Ademais deste traballo práctico, e como complemento necesario, dedicaranse 5 horas a describir brevemente as regras e metodoloxías para o deseño dalgúns dos subsistemas avanzados para os transceptores presentes e futuros que traballan nas bandas de microondas e ondas milimétricas. Entre outros, cabe destacar aspectos relacionados co deseño de amplificadores eficientes enerxéticamente e o uso dos parámetros X para caracterizar estes componentes non lineais.

A asignatura será impartida íntegramente en inglés, tanto na exposición oral coma nas comunicacións escritas co alumnado, así como na documentación técnica e informes proporcionados.

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| B1     | CG1 Capacidade para proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.                                                                                                                                                          |
| B4     | CG4 Capacidade para o modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns. |
| B8     | CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.                                                                                |

## Resultados previstos na materia

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                               | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Aprender o deseño de circuitos analóxicos activos avanzados (lineais e non lineais) para emisores e receptores de comunicacións nas bandas de microondas e de ondas milimétricas.                                                             | B1<br>B4<br>C32                       |
| Aprender a deseñar circuitos de alta frecuencia para a interfaz optoelectrónica en sistemas de comunicacións ópticas.                                                                                                                         | B1<br>B4<br>C32                       |
| Aprender as técnicas de fabricación de circuitos integrados (híbridos e monolíticos) para comunicacións nas bandas de alta frecuencia. Aprender como aplicar unha destas técnicas na fabricación dun prototipo circuital para un transceptor. | B1<br>B4<br>B8<br>C32                 |
| Aprender a caracterizar e valorar o rendemento de circuitos de microondas para transceptores de comunicacións.                                                                                                                                | B1<br>C32                             |

## Contidos

| Tema                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Deseño de circuitos avanzados para transceptores de comunicacións nas bandas de microondas e as ondas milimétricas.                                                                              | a. Técnicas lineais e non lineais de deseño de Circuitos de Microondas<br>-Deseño baseado en CAD e en modelos de compoñentes circuitais.<br>-Deseño baseado en medidas dos compoñentes.<br>- Comparación entre os parámetros S e os parámetros X.<br>b. Deseño avanzado de amplificadores de baixo ruído.<br>c. Deseño de amplificadores de potencia de alta eficiencia.<br>d. Deseño de osciladores.<br>e. Deseño de conversores de frecuencia. |
| 2. Deseño de circuitos de alta frecuencia para transceptores optoelectrónicos en sistemas de comunicacións ópticas.                                                                                 | Técnicas de deseño de amplificadores avanzados de banda ancha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. Técnicas de fabricación de circuitos integrados híbridos e monolíticos para microondas e ondas milimétricas.                                                                                     | Técnicas de fabricación de circuitos integrados híbridos<br>Técnicas de fabricación de circuitos integrados monolíticos en foundry.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. Técnicas avanzadas de caracterización lineal e non lineal de compoñentes circuitais, e instrumentación correspondente, para guiar o deseño e avaliar o rendemento dos módulos dos transceptores. | Técnicas de caracterización lineal de dispositivos e instrumentos: VNAs.<br>Técnicas de caracterización non lineal de dispositivos e instrumentos: NVNAs, VSAs, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5. Aplicación ao deseño dun compoñente circuital dos transceptores de comunicacións: Deseño baseado en CAD dun prototipo, fabricación, medida e avaliación de rendemento.                           | Deseño do prototipo utilizando o simulador de circuitos ADS<br>Fabricación do prototipo en tecnoloxía integrada híbrida usando liñas de transmisión microstrip.<br>Caracterización do prototipo para avaliar rendemento.                                                                                                                                                                                                                         |

## Planificación

|                             | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Lección maxistral           | 5             | 5                  | 10           |
| Prácticas con apoio das TIC | 15            | 0                  | 15           |
| Prácticas de laboratorio    | 4             | 0                  | 4            |
| Traballo tutelado           | 0             | 35                 | 35           |
| Traballo tutelado           | 0             | 50                 | 50           |
| Traballo tutelado           | 1             | 10                 | 11           |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

| Descrición |
|------------|
|------------|

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral           | <p>Serán impartidas nunha aula coa axuda dunha pizarra e medios audiovisuais. Describiranse os conceptos principais dos Capítulos relevantes da asignatura.</p> <p>O alumnado disporá en Moovi de documentación de apoio.</p> <p>Nota: o último Capítulo correspóndese cun traballo de aplicación a realizar polo estudantado. Algún/s dos capítulos/seccións serán traballados e presentados de forma individual, como parte dun traballo tutelado que será avaliado.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p>                          |
| Prácticas con apoio das TIC | <p>Durante estas clases, coa axuda dun simulador comercial de circuítos de microondas, o estudantado deseñará un prototipo circuital, entre aqueles descritos no temario. Este traballo completaráse a través do traballo persoal tutorizado.</p> <p>O alumnado disporá en Moovi de documentación e ficheiros de apoio a estas clases. Tamén se lle proporcionará información para obter unha licenza temporal do simulador de circuítos, grazas a un acordo de UVIGO co provedor do simulador.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p> |
| Prácticas de laboratorio    | <p>O prototipo deseñado nas prácticas TIC e no traballo persoal, será fabricado polo estudantado no laboratorio en tecnoloxía integrada híbrida e posteriormente medido utilizando a instrumentación adecuada.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Traballo tutelado           | <p>Durante as prácticas TIC, e a través do traballo persoal, o estudantado será guiado na realización individual do deseño ideal dun prototipo circuital. Despois, implementará este deseño (noutro traballo tutelado) en tecnoloxía microstrip híbrida. O estudantado redactará un informe do traballo.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p>                                                                                                                                                                                        |
| Traballo tutelado           | <p>O estudantado preparará de forma individual un informe escrito sobre un dos temas da asignatura, asignado polo profesorado. Este traballo será tamén avaliado a través dunha presentación oral, na que se lle plantexarán cuestións sobre o traballo.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p>                                                                                                                                                                                                                                        |
| Traballo tutelado           | <p>Durante as prácticas TIC, e a través do traballo persoal, o estudantado será guiado na realización individual e avaliación en simulación do deseño dun prototipo circuital en tecnoloxía microstrip. Despois, fabricará este prototipo e avaliará o seu rendemento experimental nas prácticas de laboratorio. O estudantado redactará un informe do traballo.</p> <p>Estas clases están orientadas á adquisición das competencias: CG1,4,8 e CE38/OP8.</p>                                                                                                                                |

## Atención personalizada

| Metodoloxías                | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral           | O alumnado poderá consultar as súas dúbidas sobre o temario impartido nas clases maxistrais a través das tutorías individuais. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a>                                              |
| Prácticas con apoio das TIC | Durante estas clases, o estudantado -de forma individual- levará a cabo as tarefas de deseño asignadas coa axuda e orientación personalizada do profesorado. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a>                |
| Prácticas de laboratorio    | Durante estas clases, o estudantado -de forma individual- levará a cabo as tarefas de prototipado e medida asignadas, coa axuda e orientación personalizada do profesorado. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a> |
| Traballo tutelado           | O alumnado poderá consultar as súas dúbidas e solicitar suxestións na realización do traballo de deseño/fabricación e medida do prototipo a través das tutorías. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a>            |
| Traballo tutelado           | O alumnado poderá consultar as súas dúbidas e solicitar suxestións na realización do traballo/presentación dun tema a través das tutorías. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a>                                  |
| Traballo tutelado           | O alumnado poderá consultar as súas dúbidas e solicitar suxestións na realización do traballo de deseño/fabricación e medida do prototipo a través das tutorías. Solicitude de tutorías: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11321</a>            |

## Avaliación

|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |     |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----|
| Prácticas de laboratorio | O prototipo circuital en tecnoloxía microstrip (deseñado polo alumnado no prácticas TIC e o traballo persoal tutorizado) será fabricado (en tecnoloxía integrada híbrida) no laboratorio e medido utilizando a instrumentación de microondas adecuada.<br>Neste traballo avaliaranse as competencias CG1, CG4, CG8 e CE32.                                                                                  | 20            | B1<br>B4<br>B8                        | C32 |
| Traballo tutelado        | O estudiantado deseñará, con axuda do simulador e avaliará as prestacións dun prototipo circuital ideal para un transceptor de microondas. Este traballo será individual. A súa avaliación realizarase: a través do deseño do circuíto, os resultados da súa simulación e o informe.<br>Neste traballo avaliaranse as competencias CG1, CG4, CG8 e CE32.                                                    | 30            | B1<br>B4<br>B8                        | C32 |
| Traballo tutelado        | O estudiantado realizará- de forma individual- un informe sobre un tema relacionado cun dos capítulos da materia. A avaliación deste traballo será realizada tendo en conta a calidade do informe, a presentación oral e as respostas as cuestións plantexadas durante a presentación.<br><br>Neste traballo evaluarase a adquisición das competencias CG1, CG4, CG8 e CE32.                                | 10            | B1<br>B4<br>B8                        | C32 |
| Traballo tutelado        | O estudiantado deseñará, con axuda do simulador, en tecnoloxía híbrida microstrip e avaliará as prestacións dun prototipo circuital para un transceptor de microondas. Este traballo será individual. A súa avaliación realizarase: a través do deseño do circuíto, os resultados da súa simulación, a calidade do layout, e o informe.<br>Neste traballo avaliaranse as competencias CG1, CG4, CG8 e CE32. | 40            | B1<br>B4<br>B8                        | C32 |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

A materia será impartida íntegramente en inglés, tanto na exposición oral como nas comunicacións escritas, así coma na documentación técnica e informes proporcionados.

#### A) Oportunidade Ordinaria:

O traballo do estudiantado será avaliado mediante a realización dos 3 traballos tutelados e as prácticas de laboratorio: 1. O prototipo circuital: será avaliado o seu deseño ideal e os resultados da súa simulación (traballo tutelado 1, 30%); será avaliado o seu deseño microstrip (layout) e os resultados da súa simulación (traballo tutelado 2, 40%); a calidade do prototipo fabricado e as súas prestacións medidas (prácticas laboratorio, 20%). Todos estes traballos inclúen un informe que tamén será avaliado. En total, este traballo de deseño se corresponde co 90% da nota final da materia. 2. Informe e presentación oral, relacionado cun dos temas da materia: será avaliado o informe entregado, a súa presentación oral e as repostas ás preguntas plantexadas durante a presentación. Se corresponde co 10% da nota final da materia. O alumnado que opte por Evaluación Global (opción disponible ata un mes antes da data do examen global), disporá de 4 semanas para: diseñar, fabricar (necesario para optar a unha calificación superior ao 80% da calificación total da asignatura), medir e avaliar prestacións e escribir un informe dun novo prototipo, suxerido por o profesorado. Este traballo puntúa ata o 100% da calificación total da asignatura.

#### B) Oportunidade Extraordinaria:

Quen asista ao 80% das horas presenciais, poderá optar a mellorar os seus traballos previos, con axuda das suxestións do profesorado, e presentalos de novo nesta oportunidade, onde serán novamente avaliados de forma similar. En caso contrario, dispondrá de 4 semanas para: diseñar, fabricar (obrigatorio para optar a unha calificación superior ao 80% da calificación total da materia), medir e avaliar prestacións e escribir un informe dun novo prototipo, suxerido polo profesorado. Este traballo puntúa até o 100% da calificación total da materia.

A convocatoria fin de carreira será avaliada de forma similar á Oportunidade Extraordinaria.

En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos realizados polo alumno, a cualificación final da materia será de suspenso (0) e o/a profesor/a comunicará á dirección da escola o asunto para que tome as medidas que considere oportunas.

### Bibliografía. Fontes 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**,

---

## **Recomendacións**

---

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Electrónica e Fotónica para Comunicacións/V05M145V01202

---