



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Circuitos de microondas

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |       |              |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Circuitos de microondas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |       |              |
| Código                | V05G300V01611                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OP     | 3     | 2c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |       |              |
| Departamento          | Teoría do sinal e comunicacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |       |              |
| Coordinador/a         | Fernández Barciela, Mónica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |       |              |
| Profesorado           | Fernández Barciela, Mónica<br>Moure Fernández, María del Rocío<br>Rodríguez Rodríguez, José Luis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |       |              |
| Correo-e              | monica.barciela@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |       |              |
| Web                   | http://fatic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |       |              |
| Descrición xeral      | Esta asignatura proporciona ao alumno as ferramentas básicas para analizar compoñentes e subsistemas analóxicos (activos e pasivos) que operan na banda das microondas, así como para avaliar as súas especificacións e prestacións. Os subsistemas de microondas forman parte, entre outros, dos transceptores dos modernos sistemas de comunicacións (telefonía móbil, redes inalámbricas, comunicacións vía satélite, etc.), de aí a importancia de que o alumno se familiarice con estes compoñentes. Doutra banda, esta asignatura complementa os coñecementos que o alumno ten, grazas a asignaturas previas, en electrónica aplicada ás comunicacións, pero que no caso da banda de microondas fan necesario o uso de técnicas de análises e deseño diferentes. |        |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B3     | CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.                                                                                  |
| B4     | CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.               |
| B5     | CG5 Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planificación de tarefas e outros traballos análogos no seu ámbito específico da telecomunicación.                                                                            |
| B9     | CG9 Capacidade para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.                                                |
| C23    | CE23/ST3 Capacidade de análise de compoñentes e as súas especificacións para sistemas de comunicacións guiadas e non guiadas.                                                                                                                                                                   |
| C24    | CE24/ST4 Capacidade para a selección de circuitos, subsistemas e sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces e radiodeterminación.                                                                                                                                     |
| C25    | CE25/ST5 Capacidade para a selección de antenas, equipos e sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas e non guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia ou ópticos e a correspondente xestión do espazo radioeléctrico e asignación de frecuencias.                    |
| D2     | CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.                                                                                                                                                                                                                                  |
| D3     | CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.                                               |
| D4     | CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais. |

| <b>Resultados de aprendizaxe</b>                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                       |                   |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|----------|
| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                                                          |  | Resultados de Formación e Aprendizaxe |                   |          |
| Aprender a analizar compoñentes e circuítos activos e pasivos de microondas, e a avaliar as súas especificacións e prestacións. O alumno aprenderá a utilizar os Parámetros S, instrumentación electrónica de microondas e simuladores de circuítos para este propósito. |  | B3<br>B5                              | C23               |          |
| Aprender a resolver exercicios, realizar medicións, elaborar e expoñer proxectos, traballar en grupo e comunicar coñecementos. Manexar documentación técnica e bibliografía científica en inglés.                                                                        |  | B4<br>B5<br>B9                        | C24<br>C25        | D3<br>D4 |
| Aprender a seleccionar, analizar e aplicar dispositivos activos semicondutores en circuítos de microondas para subsistemas de comunicacións.                                                                                                                             |  | B5                                    | C23<br>C24<br>C25 |          |
| Aprender a analizar e seleccionar circuítos de microondas para transmisores e receptores ópticos.                                                                                                                                                                        |  | B5                                    | C23<br>C25        |          |
| Aprender a avaliar e seleccionar subsistemas de microondas. Propoñer solucións para aplicacións nas distintas bandas de frecuencia para transmisión guiada e non guiada.                                                                                                 |  | B3<br>B5                              | C24<br>C25        | D2       |

## Contidos

| Tema                                                                                            |                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Introducción aos circuitos de microondas.                                                    | a. Tecnoloxías de alta frecuencia.<br>b. Aplicacións.<br>c. Subsistemas de microondas. Solucións nas distintas bandas de frecuencia para onda guiada e non guiada.       |
| 2. Conceptos básicos                                                                            | a. Teoría liñas transmisión. Ondas progresivas, impedancia característica e coeficiente de reflexión. Carta de Smith.<br>b. Cable coaxial e liñas de transmisión planar. |
| 3. Parámetros S.                                                                                | a. Definición e propiedades.<br>b. Diagramas de fluxo.<br>c. Potencia e ganancia.<br>d. Estabilidade                                                                     |
| 4. Adaptación de impedancias.                                                                   | Redes de adaptación básicas (discretas e distribuídas).                                                                                                                  |
| 5. Dispositivos pasivos de microondas.                                                          | Filtros, acopladores, desfasadores e resonadores.                                                                                                                        |
| 6. Dispositivos activos de microondas.                                                          | a. Semicondutores para circuitos de microondas.<br>b. Diodos.<br>c. Transistores.                                                                                        |
| 7. Circuitos para transceptores de microondas.                                                  | a. Amplificadores lineales de microondas.<br>b. Circuitos para transmisores e receptores ópticos.                                                                        |
| 8. Análise de compoñentes activos e pasivos, e circuítos de microondas cun simulador comercial. | (*)                                                                                                                                                                      |
| 9. Realización de medidas sobre componentes e circuitos de microondas.                          | Instrumentación de microondas.                                                                                                                                           |

## Planificación

|                                 | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|---------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Prácticas de laboratorio        | 7             | 14                 | 21           |
| Prácticas en aulas informáticas | 12            | 24                 | 36           |
| Lección maxistral               | 19            | 38                 | 57           |
| Resolución de problemas         | 4             | 32                 | 36           |

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

## Metodoloxía docente

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

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio        | <p>Se realizarán en grupos reducidos. Coa axuda de distintos equipos/compoñentes de medida de microondas, analizaranse distintos dispositivos/circuitos pasivos e activos de microondas en tecnoloxía microstrip. Definiranse e evaluarán diversas figuras de mérito e outras ferramentas que se utilizarán na caracterización experimental destes compoñentes.</p> <p>Realizarase unha introdución aos analizadores lineales de redes. Describírase o seu uso e proceso de calibración.</p> <p>Se evaluará o traballo do alumno nestas horas de práctica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En avaliación continua: mediante proba/as individuais de preguntas curtas/problemas/montaxe, que pode incluír unha presentación do traballo en grupo. Ademais, nalgún/s dos 3 Puntuables, pode haber preguntas curtas/problemas relacionados con esta parte.</li> <li>2. Na avaliación única con exame final: mediante cuestións/problemas relacionados co traballo realizado nas prácticas experimentais. Ademais, pode incluír a realización dunha proba práctica experimental.</li> </ol> <p>Nestas prácticas se traballan as competencias: CG3, CG4, CG5, CG9, CE23, CE24, CE25, CT2, CT3 y CT4.</p> |
| Prácticas en aulas informáticas | <p>Se realizarán en grupos de 2 ou 3 alumnos. Coa axuda dun simulador comercial de circuitos de microondas, analizaranse distintos compoñentes pasivos (redes de adaptación, filtros, acopladores, etc.) e activos (diodos e transistores), e circuitos amplificadores, de acordo co capítulo 8 da materia. Definiranse e avaliarán diversas figuras de mérito e outras ferramentas que se utilizarán na análise destes compoñentes.</p> <p>Tamén se realizará resolución de problemas, para mostrar a aplicación de conceptos descritos nas clases maxistrais.</p> <p>Avaliarase o traballo do alumno nestas horas de práctica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En avaliación continua: mediante proba/s individuais de preguntas curtas/resolución problemas, con o sen a axuda do simulador, en algunha/as das clases prácticas, e en todos ou algún dos 3 Puntuables.</li> <li>2. En avaliación única con Exame Final: mediante cuestións/problemas, con o sen axuda do simulador, relacionadas/os con o traballo realizado nas aulas de informática.</li> </ol> <p>Nestas prácticas trabállanse as competencias: CG3, CG5, CE23, CE24 e CE25.</p>                                              |
| Lección maxistral               | <p>Se impartirá en aula coa axuda de pizarra e canón de vídeo.</p> <p>Describírase en detalle e explicará a maior parte dos conceptos contidos nos capítulos do programa da asignatura. Describírase a resolución dalgúns problemas.</p> <p>Competencias: CG3, CG5, CG4, CE23, CE24 y CE25.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### Atención personalizada

| Metodoloxías                    | Descrición                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral               | Durante as clases, o profesor contestará as dúbidas que lle planteen os alumnos. Ademais, nas horas de tutoría no despacho, o profesor contestará de forma persoalizada ás dúbidas que teña o alumno relativas o contido da asignatura. |
| Prácticas de laboratorio        | Durante as clases de laboratorio, o profesor guiará de forma personalizada o traballo realizado por cada alumno, así como contestará as preguntas que lle poidan xurdir.                                                                |
| Prácticas en aulas informáticas | Durante estas clases, o profesor guiará de forma personalizada o traballo realizado por cada alumno, así como contestará as preguntas que lle poidan xurdir.                                                                            |

### Avaliación

|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |     |    |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----|----|
| Prácticas de laboratorio | <p>No caso de avaliación continua, durante a realización das prácticas, o alumno poderá ter unha ou varias probas individuais de cuestións/problemas relacionados co contido desas prácticas, así como ter que realizar montaxes. Esta avaliación pode incluír a presentación grupal do traballo realizado. Tamén en calquera dos 3 Puntuables poderá ser avaliada esta parte da asignatura, mediante cuestións y/o problemas.</p> <p>No caso de avaliación única por exame final, tamén poderá ser avaliada esta parte da asignatura, mediante cuestións/problemas y/o montaxes experimentais.</p> | 10            | B3                                    | C23 | D2 |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               | B4                                    | C24 | D3 |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               | B5                                    | C25 | D4 |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               | B9                                    |     |    |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |                |                   |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------|-------------------|
| Prácticas en aulas informáticas | No caso de avaliación continua, durante a realización das prácticas, o alumno poderá ter unha ou varias probas individuais de cuestións y/ou problemas a resolver con axuda do simulador. Tamén en calquera do 3 Puntuables poderá ser avaliada esta parte da materia, de forma similar.<br>No caso de avaliación única por Exame Final, tamén poderá ser avaliada esta parte da asignatura, mediante cuestións y/ou problemas a realizar con axuda do simulador. | 10 | B3<br>B5       | C23<br>C24<br>C25 |
| Resolución de problemas         | Realizaranse tres puntuables, cada un dos cales conterá resolución de problemas. Tamén poderán conter unha parte de cuestións de resposta curta relacionadas coas clases magistrais ou as clases prácticas, tanto de laboratorio como en aula informática.                                                                                                                                                                                                        | 80 | B3<br>B4<br>B5 | C23<br>C24<br>C25 |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

É conveniente a asistencia a as clases prácticas de laboratorio e en aula informática, para adquirir todas as habilidades requiridas en a asignatura.

A) No caso de que o alumno opte por avaliación continua :

A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase na Comisión Académica de Grado (CAG) e estará dispoñible ao principio do cuatrimestre.

1. Para que as clases prácticas de laboratorio e en aula informática sexan evaluadas, será obrigatorio participar nelas, realizar a/s proba/s propostas e, de ser o caso, a presentación oral, individual/en grupo, do traballo desenvolvido. A cualificación global obtida na avaliación das clases prácticas é do 20% da cualificación total da asignatura.

2. O resto de a asignatura será evaluado a través de 3 Puntuables que conterán resolución de problemas, ademais de poder conter cuestións de resposta curta. Estes tres puntuables suman o 80% de a cualificación total de a asignatura.

Ambos puntuables durarán 1h aproximadamente, e cada un correspóndese có 13% da cualificación total da asignatura. Antes de realizar o Segundo Puntuable, o alumno comunicará por escrito ó coordinador da asignatura a súa decisión de acollerse ou non á avaliación continua, ou de ser evaluado só en Evaluación Única.

O Terceiro Puntuable realizarase coincidindo có Exame Final dos alumnos que optaron por Evaluación Única. Este puntuable é o máis importante, e correspóndese có 54% da cualificación total da asignatura.

B) No caso de que o alumno acóllase a Avaliación Única, teríase en conta únicamente a nota obtida en o Exame Final (100% nota total asignatura). Este exame inclúe resolución de problemas (na súa versión extensa, para realizar con ou sen axuda do simulador) e contestación a preguntas de resposta curta relacionadas con todo o contido teórico ou práctico de a asignatura. Tamén podería incluír a realización dunha montaxe experimental.

Segunda Oportunidade (Xullo):

Nesta convocatoria presentaranse os estudantes que non superen a materia na Primeira Oportunidade, debendo realizar un exame das mesmas características que o descrito na opción B.

En particular, os estudantes que na convocatoria anterior elixiron avaliación continua, poderán optar en esta convocatoria por ser evaluados segundo a opción B (Evaluación única en Exame Final) ou a A. Neste último caso, teránselle en conta as cualificacións obtidas na convocatoria anterior: no Primeiro e Segundo Puntuable, e nas clases prácticas (laboratorio experimental e aula informática), o que terá un peso conxunto de ata o 46% da nota total da asignatura. Ademais, terán que realizar un puntuable similar ó "Terceiro Puntuable", que terá un peso de ata o 54% da nota total da asignatura. O alumno comunicará por escrito ó coordinador da asignatura a súa decisión de optar por unha ou outra forma de avaliación, con anterioridade á realización do exame.

A convocatoria extraordinaria será evaluada de forma similar á Segunda Oportunidade.

En caso de detección de plagio en algún de os traballos/probas realizadas, a cualificación final de a asignatura será de suspenso (0) e os profesores comunicarán a a dirección de a escola o asunto para que tome as medidas que considere oportunas.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

D.M. Pozar, **Microwave Engineering**, 3,

J.M. Miranda y otros, **Ingeniería de Microondas**, 1,

Guillermo González, **Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design**, 1,

Enrique Sánchez, **Introducción a los dispositivos y circuitos semiconductores de microondas**, 1,

---

**Bibliografía Complementaria**

R.E. Collin, **Foundations for Microwave Engineering**, 2,

P.A. Rizzi, **Microwave Engineering, Passive Circuits**, 1,

S. Y. Liao, **Microwave Devices and Circuits**, 3,

---

---

**Recomendacións**

---

**Materias que se recomienda cursar simultaneamente**

Circuitos de radiofrecuencia/V05G300V01511

---

---

**Materias que se recomienda ter cursado previamente**

Física: Análise de circuitos lineais/V05G300V01201

Física: Campos e ondas/V05G300V01202

Física: Fundamentos de electrónica/V05G300V01305

Tecnoloxía electrónica/V05G300V01401

Transmisión electromagnética/V05G300V01303

---