



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Comunicaciones Digitales Avanzadas

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura          | Comunicaciones Digitales Avanzadas                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Código              | V05M145V01204                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Titulacion          | Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descriptores        | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                     | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OP         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición  | Inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Departamento        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Coordinador/a       | Mosquera Nartallo, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Profesorado         | Gómez Cuba, Felipe<br>Mosquera Nartallo, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Correo-e            | mosquera@gts.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Web                 | http://moovi.uvigo.gal                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descripción general | El presente curso aborda temas avanzados en comunicaciones digitales con énfasis en modulaciones, codificación y detección. Las técnicas explicadas forman parte del estado del arte en comunicaciones digitales, y cubren aspectos tan novedosos como sistemas MIMO y formas de onda avanzadas. |            |       |              |
|                     | Se imparte y se evalúa en inglés. Los contenidos están en inglés. Los alumnos pueden participar en las clases y responder en los exámenes deseablemente en inglés, pero también es posible hacerlo en gallego o castellano.                                                                      |            |       |              |

## 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.                                                                          |
| C1     | CE1 Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.                                                                |
| C2     | CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.                                                                                                                                  |
| C3     | CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.                                                                                                                                                                                   |

## Resultados previstos en la materia

|                                                                                                                     |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                  | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Manejar las herramientas matemáticas necesarias para modelar, simular y evaluar sistemas modernos de comunicaciones | B1<br>B4<br>C1<br>C2<br>C3            |

|                                                                                                |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Resolver problemas cuya solución no deriva de la aplicación de un procedimiento estandarizado  | B1<br>B4<br>B8<br>C1<br>C2<br>C3 |
| Comprender los principios básicos de los estándares de comunicaciones digitales modernos       | B1<br>B4<br>B8<br>C1<br>C2<br>C3 |
| Diseñar transmisores, receptores y equipos de medida para sistemas de comunicaciones modernos. | B1<br>B4<br>B8<br>C1<br>C2<br>C3 |

## Contenidos

### Tema

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Comunicaciones MIMO    | 1.1 Canal discreto equivalente, multitrayecto y modulación con MIMO y OFDM. Modelos de canales y señales MIMO. Caracterización estadística. Desvanecimiento aleatorio frente a multitrayecto explícito.<br>1.2 Capacidad del canal MIMO constante, con y sin CSIT. Capacidad ergódica y capacidad vs. outage del canal MIMO aleatorio.<br>1.3 Multiplexación espacial. Principios de diseño de detectores en varias dimensiones.<br>1.4 Detectores SIMO y conformación de haz MISO con CSIT. Ganancia de array. Efecto del desvanecimiento sobre la BER y el outage. Equilibrio entre diversidad y multiplexación.<br>1.5 Principios de transmisión con CSIT limitado. Diversidad de tiempo-frecuencia. Códigos ST. Conformación de haz con realimentación limitada. |
| 2. Modulaciones avanzadas | 2.1 OFDM filtrada<br>2.2 FBMC<br>2.3 Más allá de las modulaciones multiportadora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Planificación

|                                        | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|----------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas de laboratorio               | 14             | 29.4                 | 43.4          |
| Lección magistral                      | 14             | 57.6                 | 71.6          |
| Examen de preguntas objetivas          | 2              | 0                    | 2             |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 0              | 4                    | 4             |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 0              | 4                    | 4             |

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

## Metodologías

|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | Las prácticas de laboratorio cubrirán diferentes aspectos de las comunicaciones MIMO. Esto permitirá a los alumnos implementar de forma práctica y extender considerablemente los conceptos vistos en clase. Se hará uso de Matlab para simulación. |
|                          | Competencias: CG1, CG4, CE1, CE2, CE3                                                                                                                                                                                                               |
| Lección magistral        | El curso se estructura en diferentes temas avanzados en comunicaciones digitales, haciendo hincapié en comunicaciones múltiple-entrada múltiple-salida (MIMO).                                                                                      |
|                          | Competencias: CG1, CG4, CG8, CE1, CE2, CE3                                                                                                                                                                                                          |

## Atención personalizada

| Metodologías | Descripción |
|--------------|-------------|
|--------------|-------------|

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral | Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante la propia sesión magistral, o durante el horario establecido para tutorías). El horario de tutorías se establecerá al principio del curso y se publicará en la página web de la asignatura. Para información de contacto, véase <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/carlos-mosquera-nartallo">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/carlos-mosquera-nartallo</a> . |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Pruebas                                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante las sesiones de seguimiento del trabajo, o durante el horario establecido para tutorías). |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante las sesiones de seguimiento del trabajo, o durante el horario establecido para tutorías). |

| Evaluación                             |                                                                        |              |                                       |                |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------------|
|                                        | Descripción                                                            | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                |
| Examen de preguntas objetivas          | Examen final con preguntas sobre el contenido de la asignatura.        | 40           | B1<br>B4<br>B8                        | C1<br>C2<br>C3 |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Informes de las prácticas que requieren desarrollos matemáticos.       | 30           | B1<br>B4<br>B8                        | C1<br>C2<br>C3 |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Informes de las prácticas que requieren el uso de software matemático. | 30           | B1<br>B4<br>B8                        | C1<br>C2<br>C3 |

#### Otros comentarios sobre la Evaluación

Se requiere una puntuación mínima del 35% con respecto al máximo posible en el examen final para aprobar la asignatura.

En aquellos casos en que se decida no realizar las tareas de evaluación continua, la nota final se basará exclusivamente en el examen con cuestiones sobre la materia. Esto aplica también a la oportunidad extraordinaria.

En caso de que no se alcance la puntuación mínima en el examen final escrito, la nota final se obtendrá usando la fórmula:  $\min(0.6 \cdot \text{REP} + 0.4 \cdot \text{TEST}, 4.9)$ , donde REP es la nota obtenida en los informes/memorias y TEST es la nota obtenida en el examen final.

En caso de informes colectivos, se deberá explicitar la contribución de cada alumno al mismo, y la evaluación será individualizada, en función de dicha contribución. El profesor podrá requerir una entrevista para determinar las contribuciones individuales.

Una vez que el alumno entrega alguno de los entregables, está automáticamente decidiendo ser evaluado de forma continua, salvo que informe de lo contrario en el plazo de un mes desde el comienzo de curso.

Cualquier alumno evaluado de forma continua recibirá una calificación, independientemente de si realiza el examen final o no.

Las tareas de evaluación continua no pueden repetirse después de sus correspondientes fechas de entrega, y son válidas sólo para el curso actual.

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

Jerry Hampton, **Introduction to MIMO Communications**, First, Cambridge University Press, 2013

David Tse and Pramod Viswanath, **Fundamentals of Wireless Communication**, First, Cambridge University Press, 2005

Robert W. Heath Jr. and Angel Lozano, **Foundations of MIMO Communication**, First, Cambridge University Press, 2018

A. Artés, F. Pérez-González, J. Cid, R. López, C. Mosquera, F. Pérez-Cruz, **Principios de comunicaciones digitales**, Versión electrónica, Prentice-Hall, 2012

##### Bibliografía Complementaria

#### Recomendaciones

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Tratamiento de Señal en Comunicaciones/V05M145V01102

---