

Guía docente

230600 - DC - Comunicaciones Digitales

Última modificación: 11/04/2025

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019).
(Asignatura optativa).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JAUME RIBA SAGARRA - GREGORIO VAZQUEZ GRAU

Otros: Primer quadrimestre:
GREGORIO VAZQUEZ GRAU - 10

CAPACIDADES PREVIAS

Se requiere que los estudiantes acrediten haber realizado previamente un curso de iniciación en sistemas de comunicación con un contenido similar a la asignatura de grado 'Introducción a las Comunicaciones' (<https://www.upc.edu/content/grau/guiadocent/pdf/ing/230018>)

- Conceptos básicos sobre señal y sistemas:
- Análisis en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia de señales deterministas, aleatorias y sistemas lineales.
- Caracterización de señales aleatorias (procesos estocásticos).
- Estacionariedad y Ergodicidad.
- Procesos gaussianos reales y complejos. Ruido térmico.
- Densidad espectral de potencia.
- Señales aleatorias paso-banda. Representación equivalente de banda base. Componentes en fase y en cuadratura.

Conceptos básicos sobre comunicaciones digitales:

- Canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN).
- Filtro emparejado y detección de señal.
- Criterio de Nyquist en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- Conformación de pulso de banda limitada. Pulsos de Nyquist.
- Probabilidades de error de símbolo y bit en modulaciones PAM.
- Canales selectivos en frecuencia e interferencia intersimbólica.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

1. 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.

Transversales:

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

3. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases de pizarra
- Clases de aplicación
- Trabajo individual no presencial
- Ejercicios
- Examen Parcial
- Examen Final

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Objetivos de aprendizaje de la asignatura:

El objetivo de este curso consiste en proporcionar los conceptos fundamentales sobre sistemas de comunicaciones digitales avanzadas, incluyendo técnicas de diversidad y de codificación como metodologías para adaptar la señal a las características del canal físico.

La asignatura debe habilitar a estudiantes procedentes de disciplinas heterogéneas diferentes para poder seguir estudios avanzados en este campo.

En la primera parte de la asignatura se proporcionarán herramientas para comprender las modulaciones más sofisticadas basadas en el concepto de espacio de señal y en la teoría de detección óptima MAP/ML. Como casos de estudio se analizarán las modulaciones paso-banda más importantes (ASK, PSK, QAM) al ser transmitidas sobre canal ideal y estacionario con ruido de tipo AWGN.

En la segunda parte de la asignatura se introducirán los parámetros más importantes para caracterizar los canales de comunicaciones en función de su variación temporal y su dispersión temporal. En particular, se presentarán técnicas de diversidad temporal y espacial como medidas para combatir los canales con desvanecimientos planos en frecuencia.

Por último, en la tercera parte de la asignatura, se presentarán las modulaciones multi-portadora, con énfasis en la modulación OFDM como el tipo de modulación más adecuada para canales selectivos en frecuencia. Se introducirán distintas técnicas de acceso múltiple. Resultados de aprendizaje de la asignatura:

- Capacidad para utilizar y comprender una representación vectorial y matricial de señales y modulaciones multidimensionales.
- Capacidad de caracterizar el canal físico y su influencia en el diseño de un sistema de comunicaciones.
- Capacidad de utilización de técnicas de diversidad y de codificación adecuadas al canal físico.
- Capacidad de analizar el comportamiento de los sistemas de comunicaciones con multiplexado frecuencial, temporal y espacial.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	39,0	31.20
Horas aprendizaje autónomo	86,0	68.80

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Espacio de Señal y Detección Óptima

Descripción:

1. Transmisión en canales AWGN

- Espacio de señal
- Receptor MAP óptimo
- Cota de la Unión.
- Modulaciones básicas (ASK, PSK, FSK, QAM).

Dedicación: 45h

Grupo grande/Teoría: 15h

Aprendizaje autónomo: 30h

(CAST) 2. Frequency Flat-Fading Channels

Descripción:

- Modelos de canales. El modelo de Bello.
- Ancho de banda de coherencia y dispersión de retardo. Tiempo de coherencia y dispersión Doppler.
- Canales con desvanecimientos Rayleigh y Rice.
- Concepto de diversidad. Caso de estudio: código de repetición y el Maximum Ratio Combiner (MRC).
- Diversidad Espacial: SIMO, MISO, MIMO. Ganancia de diversidad vs ganancia de potencia.
- Diversidad temporal: Interleaving, time-codes y distancia máxima de producto.
- Caso de estudio: Códigos rotacionales.
- Codificación Espacio-Tiempo: esquema de Alamouti.

Dedicación: 57h

Grupo grande/Teoría: 15h

Aprendizaje autónomo: 42h

(CAST) 3. Frequency-Selective Channels: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

Descripción:

- Modelo de canal de Bello y matriz de canal
- Transmisión por bloques y solución SVD.
- OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access.

Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 9h

Aprendizaje autónomo: 14h

ACTIVIDADES

(CAST) EXERCISES

Descripción:

Ejercicios para reforzar los conocimientos teóricos.

Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

(CAST) EXTENDED ANSWER TEST (MID TERM EXAMINATION)

Descripción:

Examen Parcial

Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

(CAST) EXTENDED ANSWER TEST (FINAL EXAMINATION)

Descripción:

Examen Final

Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h



SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen Final: 40 %

Examen Parcial: 60 %

Nota Final: La nota final es el máximo entre la nota del examen final y la nota ponderada.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Proakis, J.G.; Salehi, M. Digital communications. 5th ed. Boston: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780072957167.
- Gallager, R.G. Principles of digital communication [en línea]. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2008 [Consulta: 08/07/2025]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=336113>. ISBN 9780521879071.
- Benedetto, S.; Biglieri, E. Principles of digital transmission: with wireless applications [en línea]. New York: Kluwer Acad./Plenum PWB, 1999 [Consulta: 22/09/2020]. Disponible a : <http://link.springer.com/book/10.1007/b117711/page/1>. ISBN 0306457539.
- Artés, A.; Pérez, F.; Cid, J.; López, R.; Mosquera, C.; Pérez, F. Comunicaciones digitales. Madrid: Pearson Educación/Prentice Hall, 2007. ISBN 9788483223482.