



## Guía docente

# 300037 - CSF - Comunicaciones Inalámbricas

Última modificación: 19/05/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

**Unidad que imparte:** 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).  
GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AEROESPACIALES (Plan 2015). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Otros:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

## CAPACIDADES PREVIAS

Operatividad con números complejos, matrices, variables y procesos aleatorios.

Análisis de sistemas y señales, analógicas y digitales, en los dominios del tiempo y la frecuencia.

Escala logarítmica (dB) y lineal.

Conocimientos básicos de comunicaciones, antenas, emisores y receptores.

## REQUISITOS

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

1. CE 21 SIS. Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

### Transversales:

2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.

3. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

5. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

6. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Despues de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.



## METODOLOGÍAS DOCENTES

Gracias al material elaborado por los profesores de la asignatura: transparencias, apuntes de clase, ejercicios resueltos, etc., disponibles en el campus digital ATENEA, el alumno cuenta con herramientas suficientes para trabajar de forma autónoma, ya sea en grupo o individualmente, y de esta forma podrá aprovechar la clase presencial para consolidar conceptos y resolver dudas que le hayan surgido.

En las sesiones de teoría (grupos de máximo 40 alumnos) basadas en clases expositivas, se combina la explicación formal del profesor con interrogaciones informales a los alumnos, que favorecen la comprensión y el asentamiento de los conceptos básicos de la asignatura. Esta participación más activa por parte del alumno es posible por la gracias al material de la asignatura de lo que dispone, ya que no debe estar en clase simplemente tomando apuntes.

El profesor resolverá de forma conjunta algunos de los ejercicios propuestos y podrá proponer ejercicios a resolver por los alumnos en horas de aprendizaje autónomo.

Se propondrán actividades de análisis de señales que los estudiantes tendrán que trabajar en grupo y presentar los informes correspondientes.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar la asignatura de Comunicaciones Inalámbricas, el estudiante debe ser capaz de:

- Conocer los principales estándares de sistemas de comunicaciones inalámbricas y sus aplicaciones presentes y futuras.
- Conocer las principales características de las regulaciones de las comunicaciones radio por diferentes sistemas de radiocomunicaciones (radiodifusión, comunicaciones móviles, enlaces terrestres, por satélite, señales de posicionamiento, etc).
- Conocer y entender los mecanismos avanzados de modulación de señales digitales especialmente adecuadas para entornos radio, siendo capaz de realizar análisis y diseños de sistemas basados en estos mecanismos.
- Conocer y entender las técnicas de transmisión multiportadora, especialmente OFDM, sus características técnicas, parámetros, sus ventajas, limitaciones y sus complejidades de implementación. Tendrá que saber dimensionar un enlace radio basado en estas técnicas, así como configurar adecuadamente sus parámetros de funcionamiento y evaluar su rendimiento.
- Conocer y entender las principales técnicas de transmisión de espectro ensanchado, en especial los basados en CDMA. En todos los casos, tendrá que poder dimensionar, diseñar y evaluar los sistemas a nivel de capa física.
- Elegir las medidas de protección más adecuadas, a nivel de ingeniería radio y de sistema, para conseguir la máxima calidad de un sistema de transmisión radio: codificación, entrelazado, igualación de canal, técnicas de retransmisión etc.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo                       | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas grupo grande         | 66,0  | 44.00      |
| Horas aprendizaje autónomo | 84,0  | 56.00      |

**Dedición total:** 150 h



## CONTENIDOS

### Introducción y Regulación

**Descripción:**

Conceptos fundamentales de comunicaciones inalámbricas, ámbitos y aplicaciones, estándares, clasificación de sistemas, tendencias y previsiones, técnicas y conceptos innovadores. Descripción básica de técnicas avanzadas como comunicaciones cooperativas, Network Coding, las modulaciones espaciales (Space Modulations), Massive MIMO y VLC. Descripción básica de las principales características de la tecnología 5G.

Regulación de las comunicaciones radio, conceptos básicos de regulación, organismos reguladores, legislación y recomendaciones, regulación del mercado, servicio universal.

**Actividades vinculadas:**

Actividad 1

**Dedicación:** 18h

Grupo grande/Teoría: 14h

Aprendizaje autónomo: 4h

### Modulaciones para sistemas de comunicaciones inalámbricos

**Descripción:**

En este bloque se estudian y analizan las modulaciones digitales más adecuadas para sistemas de transmisión inalámbrica, completando el estudio realizado en otras asignaturas introduciendo el concepto de modulaciones de envolvente constante y la codificación diferencial. Se realiza una revisión de todos los conceptos fundamentales de teoría de la señal y comunicaciones. Se hace énfasis en conceptos especialmente relevantes para las comunicaciones radio como la construcción de la señal en banda base, descomposición en componentes en fase y cuadratura, señales paso banda, constelaciones, PAPR, ACP, relación entre SNR, BER y eficiencia espectral, etc.

**Actividades vinculadas:**

Actividad 2

Actividad 3

**Dedicación:** 35h

Grupo grande/Teoría: 20h

Aprendizaje autónomo: 15h

### Técnicas de Acceso Múltiple, espectro ensanchado, CDMA

**Descripción:**

En este bloque se estudian y analizan las técnicas de acceso múltiple (FDMA, TDMA, CDMA, SDMA, OFDMA) aplicables a sistemas de transmisión inalámbrica. Se hace especial énfasis en las técnicas de transmisión de señales de espectro ensanchado (FH-CDMA y DS-CDMA). Se estudiará toda la cadena de transmisión y recepción de este tipo de sistemas, la generación y características de los códigos de ensanchamiento, el diseño, dimensionamiento y evaluación de un sistema de transmisión basado CDMA.

**Actividades vinculadas:**

Resolución de problemas y ejercicios.

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 10h

Aprendizaje autónomo: 15h



## Igualación de canal

### Descripción:

En este bloque se explica con detalle la técnica de igualación de canal para compensar los efectos de distorsión e ISI que se generan en las transmisiones de banda ancha, que aparecen con más frecuencia cuando aumenta la necesidad de tasas de transmisión y cuando se utilizan las técnicas de ensanchamiento espectral explicadas en el tema anterior. Se describen los diferentes tipos de igualadores de canal, el algoritmo LMS y se realiza el diseño, cálculo de coeficientes y análisis de rendimiento de algunos tipos de igualadores.

### Actividades vinculadas:

Actividad 5

Resolución de problemas y ejercicios.

### Dedicación:

24h

Grupo grande/Teoría: 12h

Aprendizaje autónomo: 12h

## Técnicas de transmisión multiportadora, OFDM

### Descripción:

En este bloque se estudian en profundidad las técnicas de transmisión multiportadora, centrando el estudio en la técnica de transmisión OFDM, así como en la modulación DMT. Se describirán todos los detalles teóricos y las características de implementación en sistemas reales. Se incluyen los mecanismos de adaptación dinámica y algoritmo de bitloading llamado water filling.

Esta técnica se presenta como una alternativa de alta eficiencia a los igualadores de canal para poder utilizar señales de banda ancha sin sufrir los efectos de distorsión e ISI debidos a las limitaciones de ancho de banda de coherencia del canal.

### Actividades vinculadas:

Actividad 4

Resolución de problemas y ejercicios

### Dedicación:

35h

Grupo grande/Teoría: 20h

Aprendizaje autónomo: 15h

## Técnicas de Ingeniería Radio

### Descripción:

En este bloque se estudian y analizan algunas de las técnicas más utilizadas en sistemas de comunicaciones inalámbricas para combatir los efectos nocivos del canal radio, como son la codificación de canal, las técnicas de retransmisión híbridas (HARQ), la combinación software (soft combining), las técnicas de transmisión de redundancia incremental y los esquemas de entrelazado.

### Actividades vinculadas:

Resolución de ejercicios y problemas

### Dedicación:

13h

Grupo grande/Teoría: 5h

Aprendizaje autónomo: 8h



## ACTIVIDADES

### ESTUDIO DE COBERTURA Y REGULACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS

**Descripción:**

ESTUDIO DE COBERTURA Y REGULACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS

**Dedicación:** 4h

Actividades dirigidas: 4h

### Estudio de señales digitales de radiocomunicaciones: análisis del PAPR de la señal.

**Descripción:**

Estudio de señales digitales de radiocomunicaciones: análisis del PAPR de la señal.

**Dedicación:** 5h

Actividades dirigidas: 5h

### Estudio de señales digitales: análisis del ACP de la señal

**Descripción:**

Estudio de señales digitales: análisis del ACP de la señal

**Dedicación:** 5h

Actividades dirigidas: 5h

### Estudio de los efectos de la propagación multicamino en señales de radiofrecuencia.

**Descripción:**

Estudio de los efectos de la propagación multicamino en señales de radiofrecuencia.

**Dedicación:** 5h

Actividades dirigidas: 5h

### Control sobre igualadores de canal

**Descripción:**

El alumno deberá realizar un control donde se le pedirá que demuestre los conocimientos que debería haber adquirido en las clases de teoría y problemas previos al control.

**Entregable:**

El peso es del 15 % sobre la calificación final.

**Dedicación:** 2h

Actividades dirigidas: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Exámenes: 50%. Dos exámenes, de mitad y final de cuatrimestre.

Control: 15%

Actividades prácticas en grupo: 30%

Actitud y participación: 5%



## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

La entrega de las actividades es obligatoria para poder pasar el curso.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Artés Rodríguez, A.. Comunicaciones digitales. Madrid: Prentice Hall, 2007. ISBN 9788483223482.
- Hernando Rábanos, José María. Transmisión por radio. 6a ed.. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces, 2008. ISBN 9788480048569.
- Sallent Roig, Oriol; Valenzuela González, José Luís; Agustí Comes, Ramon. Principios de comunicaciones móviles [en línea]. Barcelona: Edicions UPC, 2003 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36768>. ISBN 8483017156.
- Goldsmith, Andrea. Wireless communications [en línea]. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2005 [Consulta: 28/11/2023]. Disponible a : <https://www.cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/wireless-communications/800BA8A8211FBECB133A7BB77CD2E2BD>. ISBN 9780521837163.
- Viterbi, Andrew J.. CDMA : principles of spread spectrum communication. Reading, MA: Addison-Wesley, cop. 1995. ISBN 0201633744.
- Yang, Lie-Liang. Multicarrier communications [en línea]. West Sussex, UK: Wiley, 2009 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470740248>. ISBN 9780470722008.
- Hlawatsch, F; Matz, Gerald. Wireless communications over rapidly time-varying channels [en línea]. 1st ed. Oxford, U.K. ; Burlington, Mass.: Academic Press, 2011 [Consulta: 29/08/2024]. Disponible a : <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780123744838/wireless-communications-over-rapidly-time-varying-channels>. ISBN 9786613171085.
- Molisch, Andreas F. Wireless communications : from fundamentals to beyond 5G. Third edition. Hoboken, New Jersey: Wiley IEEE Press, 2023. ISBN 9781119117209.