



Guía docente 300037 - CSF - Comunicaciones Inalámbricas

Última modificación: 01/06/2023

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: 2023 **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

INGENIERÍA DE SOFTWARE RADIO - Correquisito
LABORATORIO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS - Irrequisito

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: Después 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

La metodología utilizada en la asignatura se compone de una combinación de elementos, en los que se utilizan tanto las clases expositivas como las actividades prácticas en las que se incluyen la resolución de ejercicios y problemas de los diferentes temas de la asignatura. Las actividades prácticas se realizan en grupos de estudiantes, que deben redactar informes que serán evaluados.

El alumno tiene a su disposición materiales didácticos de diferente naturaleza: notas de clase, transparencias de contenido teórico, listado de ejercicios, resultados de los mismos, documentos y bibliografía complementarias, etc.

Las sesiones teóricas están basadas en la explicación formal de los conceptos de difícil comprensión, procurando que el valor añadido de las mismas sea la posibilidad de interactuar con el profesor para que el aprendizaje de dichos conceptos por parte del estudiante sea lo más sólido posible. Esta interactividad pretende tener un carácter complementario a las referencias bibliográficas formales y por tanto contiene elementos informales con el objetivo de favorecer el cuestionamiento, la comprensión y el establecimiento de los conceptos básicos del tema de un modo más dinámico, pensando especialmente en la adquisición de nuevos conocimientos y no tanto en una referencia para expertos en la materia.

Los estudiantes trabajan en grupos de un máximo de 3 personas para realizar las actividades prácticas y desarrollar el trabajo cooperativo. Los equipos deben redactar informes técnicos sobre las actividades realizadas. Estos informes son comentados en clases posteriores con el objetivo de afianzar los conceptos trabajados en ellas.

En las sesiones prácticas el profesor resuelve ejercicios y comenta con los estudiantes las ideas y conceptos de base, así como las dificultades que los estudiantes hayan encontrado en su tiempo de aprendizaje autónomo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

al finalizar el curso el estudiante de Comunicaciones Inalámbricas debe ser capaz de:

- Conocer las características principales, usos y funcionalidad de los estándares de comunicaciones radio más utilizados en la actualidad, así como las tendencias de futuro y las técnicas en desarrollo con perspectivas de ser incorporadas a los estándares y equipos de uso generalizado y comercial.
- Conocer las principales características de la regulación de los diferentes sistemas de comunicaciones por radio (radiodifusión, comunicaciones móviles, señales de posicionamiento por satélite, enlaces terrestres, etc.)
- Conocer, diseñar y elegir las técnicas más adecuadas de ingeniería para lograr la máxima calidad de un sistema de comunicaciones radio: codificación, modulaciones diferenciales, entrelazado, equalización de canal, diversidad, repetidores, antenas, etc..
- Analizar y diseñar sistemas de comunicaciones radio que utilicen las técnicas descritas en el punto anterior.
- Conocer y comprender las principales técnicas de acceso múltiple utilizadas en entornos de radiocomunicaciones (TDMA, FDMA, CDMA, OFDMA). En todos los casos, deberá ser capaz de dimensionar, diseñar y evaluar un sistema que funcione con cualquiera de dichas técnicas de acceso.
- Conocer y comprender las técnicas de transmisión OFDM (comunicaciones multiportadora ortogonales), en particular sus características técnicas, parámetros, ventajas, limitaciones y complejidades. Ser capaz de dimensionar y diseñar correctamente sistemas basados en estas técnicas, así como evaluar adecuadamente sus parámetros de rendimiento.
- Definir las principales características de un sistema de comunicaciones por satélite y hacer un balance de potencia para los enlaces ascendente y descendente contemplando el efecto de la interferencia.

Desde un punto de vista general y a modo de síntesis académica, se puede concluir que el objetivo principal de la asignatura es conseguir que el estudiante adquiera una visión general de los sistemas de comunicaciones inalámbricos con el suficiente detalle técnico como para poder diseñar cualquier sistema que permita crear cualquier nuevo servicio basado en estas comunicaciones o bien mejorar la eficiencia de cualquier proceso de cualquier empresa de cualquier sector en base a un sistema de comunicaciones radio.

Cabe destacar que en la actualidad los sistemas de comunicaciones inalámbricos están presentes en todos los ámbitos de la sociedad y en todos los sectores empresariales, sin ninguna restricción. Este hecho permite que el ingeniero de sistemas de telecomunicación pueda aportar valor añadido en cualquier empresa, desarrollo de producto o servicio nuevo o existente. La asignatura Comunicaciones Inalámbricas debe aportar elementos sólidos para el futuro ingeniero que le permitan realizar estas aportaciones con solvencia, y prepararlo para la adquisición continua de nuevos conocimientos en el entorno fuertemente cambiante de la tecnología.

Por todo ello, más allá de los detalles concretos que aporta la asignatura, el objetivo fundamental es que el estudiante asiente unas bases sólidas de conocimiento en la materia, lo que podríamos llamar un buen background sobre el que estar preparado para cualquier reto presente o futuro. Todo ello hace que la asignatura constituya una de las bases fundamentales de la titulación.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas actividades dirigidas	24,0	16.00
Horas grupo grande	26,0	17.33
Horas grupo mediano	16,0	10.67
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

Dedicación 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: Estudio de cobertura de servicios básicos, análisis de problemas y propuesta de soluciones.

Actividad 2: Consulta de regulaciones de un sistema de comunicaciones concreto. Política de gestión del espectro electromagnético.

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 8h

Modulaciones avanzadas

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

Actividad 4: Estudio con WinIQSim de señales digitales: análisis del ACP de la señal.

Resolución de ejercicios y problemas

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h



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-SS-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: 28h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 16h

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:

Resolución de problemas y ejercicios.

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 16h

Técnicas de transmisión multiportadora, OFDM

Descripción:

En este bloque se estudian en profundidad las técnicas de transmisión multiportadora, centrandose 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 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:

Resolución de problemas y ejercicios

Dedicación: 40h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 22h



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:

Actividad 5: Estudio de los efectos de la propagación multicamino en señales de radiofrecuencia.

Resolución de ejercicios y problemas

Dedicación: 17h

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 12h

Radioenlaces terrestres

Descripción:

En este bloque se proporciona una descripción del principio de funcionamiento de los radioenlaces digitales punto a punto empleando diferentes tecnologías y los sistemas de radiodifusión de señales de audio y televisión. En todos los casos se analizarán los principales parámetros de diseño del enlace, link budget, servicios y tipos de datos que se transmiten, los cálculos capacidad. Se hace también una introducción a las redes de sensores inalámbricos.

Actividades vinculadas:

Resolución de ejercicios y problemas.

Dedicación: 7h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 4h

ACTIVIDADES

Estudio de cobertura de servicios básicos, análisis de problemas y propuesta de soluciones

Descripción:

Estudio de cobertura de servicios básicos, análisis de problemas y propuesta de soluciones

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

Consulta de regulaciones de un sistema de comunicaciones concreto. Política de gestión del espectro electromagnético

Descripción:

Consulta de regulaciones de un sistema de comunicaciones concreto. Política de gestión del espectro electromagnético

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h



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

Descripción:

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

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 5h

Estudio con WinIQSim de señales digitales: análisis del ACP de la señal

Descripción:

Estudio con WinIQSim de señales digitales: análisis del ACP de la señal

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 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

Aprendizaje autónomo: 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: 1h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

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:

- 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.
- 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.
- 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.