

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	501404	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Sistemas de Comunicación Inalámbricos		
Denominación (inglés)	Wireless Communications		
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen en Telecomunicación		
Centro	Escuela Politécnica		
Semestre	6º	Carácter	Obligatorio
Módulo	Común a la Rama de Telecomunicación		
Materia	Sistemas y Servicios de Comunicaciones		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
José Manuel Taboada Varela	26 Telecom. M3lab, Edif. Investigación	<a href="mailto:tabo@unex.es">tabo@unex.es</a>	<a href="http://tsc.unex.es/~tabo/">http://tsc.unex.es/~tabo/</a> Campus virtual asignatura
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Departamento	Tecnología de los Computadores y de las Comunicaciones		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)			
Competencias			
BÁSICAS Y GENERALES			
CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.			
CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.			
CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.			
CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.			
CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.			
CG2 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y			

<p>facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.</p>
<p>CG3. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</p>
<p>CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.</p>
<p>CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.</p>
<p>CG6. Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.</p>
<p>CG7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.</p>
<p>CG8. Conocer y aplicar elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como de legislación, regulación y normalización en las telecomunicaciones.</p>
<p>CG9. Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.</p>
<p><b>ESPECÍFICAS</b></p>
<p>CP6. Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.</p>
<p>CP8. Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.</p>
<p>CP9. Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.</p>
<p>CP10. Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.</p>
<p>CP11. Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.</p>
<p>CP12. Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.</p>
<p>CP13. Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.</p>
<p>CP16. Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.</p>
<p>CP18. Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los</p>

sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.
CP19. Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
CP20. Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
<b>TRANSVERSALES</b>
CT2. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público genérico no especializado y a un público especializado en el campo de la telecomunicación.
CT3. Redactar informes técnicos sobre soluciones a problemas asociados al campo de las telecomunicaciones con el necesario rigor científico y tecnológico.
CT4. Habilidades de comunicación oral y escrita en, por lo menos, dos de los idiomas oficiales de la Unión Europea.
CT6. Capacidad de síntesis y de extraer la información necesaria para resolver un problema planteado relacionado con el campo de las Telecomunicaciones.
CT7. Desarrollar hábitos para el aprendizaje activo, autodirigido e independiente.
CT9. Habilidades interpersonales asociadas a la capacidad de relación con otras personas y de trabajo en grupo. Habilidades para trabajar en equipos multidisciplinares con profesionales de áreas afines en empresas o instituciones públicas ligadas a la innovación tecnológica en el ámbito de las Telecomunicaciones. Habilidades para liderar grupos de trabajo en el campo de las Telecomunicaciones
<b>Contenidos</b>
Conceptos básicos de sistemas de radiocomunicación. Radiopropagación. Radioenlaces terrenales. Sistemas de comunicación vía satélite. Fundamentos de comunicaciones móviles. Introducción a los principales sistemas inalámbricos WWAN, WLAN y PAN.
Temario de la asignatura
<b>1. Overview of wireless communications.</b> <i>Radio services, standards, classification of radio systems, frequency bands, noise- and interference-limited systems, link budget.</i>
<b>2. Principles of radiowave propagation.</b> <i>Earth atmosphere, surface wave propagation, Ionospheric communications, free-space propagation, reflection and transmission, refraction, K-factor, diffraction, clearance, additional losses, waveguiding, satellite communications.</i>
<b>3. Statistical description of the wireless channel.</b> <i>Small-scale fading, Doppler spectra, level crossing rate and average fading duration, large-scale fading. Channel models: Okumura-Hata, COST 231.</i>
<b>4. Wideband wireless channel.</b> <i>Delay dispersion, system and stochastic description. Condensed parameters: Power delay profile, coherence bandwidth, Doppler spread, coherence time, directional description. Wideband models: COST 207 GSM Model, ITU-R Models, 3GPP Spatial Channel Model. Deterministic channel modeling.</i>
<b>5. Wireless communications link:</b> <i>Structure, modulation (PAM, BPSK, QPSK, MPAM, MQAM), signal space diagram and optimum receiver. Error probability: additive white Gaussian noise channels, flat-fading channels, delay- and frequency-dispersive fading channels. Intersymbol interference.</i>

- 6. Wireless engineering techniques:**  
*Diversity, equalization, spatial multiplexing (MIMO).*
- 7. Multiple access and advanced transceiver schemes:**  
*FDMA, TDMA, cellular networks. Spread spectrum systems: Frequency Hopping Multiple Access (FHMA), Code Division Multiple Access (CDMA), Cellular Code-Division-Multiple-Access (CCDMA). Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM): principles, Frequency-Selective Channels, Channel Estimation, Peak-to-Average Power Ratio, Inter Carrier Interference, Multiple Access – OFDMA*
- 8. Transceiver architectures:**  
*Noise, Noise Figure, Effective Noise Temperature, Sensitivity, Minimum Detectable Signal (MDS), Signal-to-Noise Ratio, 1-dB Compression Point, Intermodulation distortion, Receiver Desensitization and Blocking, Emission Bandwidth, Spurious, Electromagnetic Compatibility (EMC) system analysis.*
- 9. Standardized wireless systems:**  
*Global System for Mobile Communications (GSM), CDMA 2000, WCDMA/UMTS, 4G-LTE, Wireless Local Area Networks (WLAN).*

### Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	8	2						6
2	15	6						9
3	26	10						16
4	19.5	8					1.5	10
5	24	10						14
6	12	4						8
7	20	8						12
8	21.5	8					1.5	12
<b>Evaluación</b>	4	4						
<b>TOTAL</b>	150	60					3	87

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes

Clase magistral utilizando cañón de vídeo, pizarra y recursos software de simulación.

Resolución de problemas propuestos en clase.

Resolución de problemas propuestos de forma autónoma y en equipo

Evaluación y valoración de resoluciones de los problemas propuestos

### Resultados de aprendizaje

La adquisición de los conocimientos indicados en los contenidos específicos de la asignatura (apartado Temas y Contenidos) contribuirán además a la adquisición y/o refuerzo de las siguientes capacidades:

- Capacidad para proyectar, diseñar y desarrollar productos complejos (piezas, componentes, productos acabados, etc.), procesos y sistemas de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como seleccionar y aplicar métodos de proyecto apropiados (3.1 ENAEE)
- Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar con criterio bases de datos y otras fuentes de información, para llevar a cabo simulación y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad (4.1 ENAEE)
- Capacidad para consultar y aplicar códigos de buena práctica y de seguridad de su especialidad (4.2 ENAEE)
- Competencia práctica para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo investigaciones propias de su especialidad (5.2 ENAEE)
- Capacidad para comunicar eficazmente información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de ingeniería y con la sociedad en general (7.1 ENAEE)
- Capacidad de reconocer la necesidad de la formación continua propia y de emprender esta actividad a lo largo de su vida profesional de forma independiente (8.1 ENAEE).

### Sistemas de evaluación

1. Examen final (EF) de preguntas cortas y problemas sin material de consulta. Para aprobar la asignatura será necesario superar al menos el 50% de este examen. En caso de que el alumno no supere este 50%, la nota que se le asignará en la asignatura será la obtenida en este examen final.
2. Evaluación continua (EC):
  - a. Pruebas escritas de preguntas cortas y problemas a lo largo del curso.
  - b. Participación en la evaluación y valoración de resoluciones de problemas y exposición de casos prácticos.
  - c. Realización de un trabajo en grupo y presentación oral con apoyo del cañón de vídeo (15 minutos aproximadamente por grupo en una sesión de 2 horas). Todos los integrantes deberán participar en la presentación, de la que se valorará también su exposición en inglés. Este trabajo es obligatorio para que la evaluación continua compute en la nota final.
3. La evaluación continua solamente será tenida en consideración en el caso de que contribuya a mejorar la nota final de la asignatura, que se calculará como la media aritmética de las notas correspondientes al examen final y la evaluación continua. En caso contrario, la nota final será la correspondiente al examen final, exclusivamente. Asimismo, el examen final será la única prueba que deban realizar aquellos alumnos que se acojan a la modalidad de "Evaluación Global Final". El algoritmo para la obtención de la nota final de la asignatura es el siguiente:  

$$\text{NOTA FINAL} = \text{MAX}(\text{MEAN}(\text{EC}, \text{EF}), \text{EF}).$$

Para la evaluación de cada uno de estos elementos se aplicará el sistema de calificaciones vigente en el RD 1125/2003, artículo 5º.

### Bibliografía (básica y complementaria)

1. Apuntes y transparencias facilitados por el profesor.
2. Andreas F. Molisch, *Wireless Communications*, John Wiley & Sons, 2011.

3. Héctor J. de los Santos, Christian Sturm Juan Pontes, *Radio Systems Engineering - A Tutorial Approach*, Springer 2015.

#### Otros recursos y materiales docentes complementarios

1. <http://es.mathworks.com/help/comm/examples.html>
2. [www.wiley.com/go/molisch](http://www.wiley.com/go/molisch)
3. 3GPP LTE Third-Generation Partnership Project, TS 36.201, 36.211, 36.212, on [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
4. TGn Channel Models, IEEE document 802.11-03/940r4, on [www.802wirelessworld.com](http://www.802wirelessworld.com)
5. Wimax Forum, "Wimax Forum Network Architecture Release 1.5", at <http://www.wimaxforum.org/resources/documents/technical/release>.