

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN POR RADIO		
Materia	COMUNICACIONES POR RADIO		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45045
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	4º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	RAMÓN DE LA ROSA STEINZ ALFONSO BAHILLO MARTÍNEZ		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5593 E-MAIL: ramros@tel.uva.es , alfonso.bahillo@uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
Fecha de revisión por el Comité de Título	26 de junio de 2023		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Los sistemas de telecomunicación por radio representan una materia fascinante que abarca un gran conjunto de aplicaciones. En los últimos años han sufrido una vertiginosa evolución con gran impacto en el usuario final. Las comunicaciones vía satélite, la difusión de radio y televisión digital, las aplicaciones en telefonía móvil o las tecnologías inalámbricas de transmisión de datos son aplicaciones que conviven de forma habitual con nuestra vida diaria.

El propósito de esta asignatura es introducir al alumno en los diversos sistemas de telecomunicación por radio de la forma más aplicada posible. Se presentarán las características técnicas de estos sistemas, las cuales serán complementadas con el trabajo práctico en los laboratorios de la escuela, con el fin de asentar los conceptos subyacentes e interaccionar con las tecnologías implicadas.

La asignatura busca fomentar la capacidad de localizar y seleccionar información técnica, así como reforzar la capacidad práctica y de resolución del alumno. Por tanto, se pondrá a disposición del alumno una selección de herramientas, con el fin de que pueda enfrentarse al amplio abanico de retos tecnológicos que son consecuencia de la rápida evolución de las tecnologías de telecomunicación por radio.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se relaciona con “Fundamentos de Transmisión por Radio”, la cual proporciona la base de los sistemas radioeléctricos, cuyas aplicaciones serán descritas en la presente asignatura. Asimismo, las asignaturas obligatorias de la materia “Electrónica para Telecomunicaciones” serán las encargadas de presentar la tecnología electrónica involucrada. En consecuencia y por jerarquía, las materias previas de “Fundamentos de Comunicaciones” y “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética” habrán sido las responsables de describir los fundamentos de circuitos eléctricos, la naturaleza del fenómeno electromagnético y los fundamentos para transmitir información por medio de ondas electromagnéticas en los sistemas de telecomunicación por radio.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Puesto que se trata de una asignatura ubicada en el último curso de la titulación, es recomendable haber cursado las materias de “Fundamentos de Comunicaciones” y “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética” del “Bloque de Materias Básicas”, así como las asignaturas obligatorias de la materia de “Electrónica para Telecomunicaciones”. Además es muy recomendable haber cursado la asignatura “Fundamentos de Transmisión por Radio”, de tercer curso.

2. Competencias

2.1 Generales

- GBE1 Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- GBE2 Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- GBE3 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4 Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- GE1 Capacidad para trabajar en diversos entornos como laboratorios y empresas, supervisados por profesionales especializados.
- GE4 Capacidad para desarrollar proyectos en el ámbito de su especialidad que satisfagan las exigencias técnicas, estéticas y de seguridad, aplicando elementos básicos de gestión económica-financiera, de recursos humanos, organización y planificación de proyectos.
- GC1 Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2 Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3 Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

2.2 Específicas

- ST1 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.
- ST3 Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- ST4 Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- ST5 Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer las posibilidades de experimentación en el marco de la radioafición.
- Manejar normativa relativa a la gestión del espectro radioeléctrico.
- Manejar especificaciones de sistemas de telecomunicación por radio.
- Identificar emisiones en equipos con análisis espectral.
- Relacionar los parámetros básicos que caracterizan a un sistema radioeléctrico.
- Interpretar la tecnología de los sistemas de telecomunicación por radio.
- Estimar la cobertura radio entre sistemas punto a punto.
- Enumerar y describir los sistemas de comunicaciones estudiados.
- Identificar las necesidades de planificación de tiempo y recursos en el desarrollo de proyectos.



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Tecnología de los sistemas radioeléctricos

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2,4

a. Contextualización y justificación

Este bloque consta de tres temas. Se inicia con un tema introductorio en el cual se hará una revisión de algunos de los conceptos a emplear en el desarrollo de la asignatura, se revisará la organización del espectro radioeléctrico y se presentará la radioafición como vía para experimentar. En los siguientes dos temas se revisará la tecnología de los sistemas de antenas, las características de los transmisores y receptores y la evolución a los sistemas de radio definida por software (SDR).

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer las posibilidades de la radioafición.
- Manejar la información que regula el espectro radioeléctrico.
- Relacionar los parámetros básicos que caracterizan a un sistema radioeléctrico.
- Interpretar la tecnología de los equipos transmisores y receptores.

c. Contenidos

TEMA 1. Introducción a la radio

- 1.1 Objetivos.
- 1.2 Revisión de conceptos. Unidades logarítmicas.
- 1.3 El espectro radioeléctrico. Nomenclatura de las bandas de frecuencia.
- 1.4 La radioafición como vía de experimentación.
- 1.5 Resumen.

TEMA 2. Tecnología de los sistemas de antenas

- 2.1 Objetivos.
- 2.2 Revisión de características y parámetros que definen a las antenas.
- 2.3 Alimentadores de antena.
- 2.4 Antenas prácticas para sistemas de comunicaciones.
- 2.5 Resumen.

TEMA 3. Receptores y transmisores

- 3.1 Objetivos.
- 3.2 Tecnología de los receptores.
- 3.3 Tecnología de los transmisores.
- 3.4 Interpretación de esquemas electrónicos de transceptores.
- 3.5 La evolución de la radio. Radio definida por software (SDR).
- 3.2 Resumen.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en aula y en laboratorio.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje por el método de proyectos.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Evaluación a través de herramientas informáticas (Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).
- Prueba escrita o a través de herramientas informáticas al final del cuatrimestre (con Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).

g. Material docente

Bibliografía recomendada disponible en la biblioteca en:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/6160853660005774?auth=SAML

g.1 Bibliografía básica

- I. Poole, *Newnes Guide to Radio and Communications Technology*, Newnes 2003.
- S. Winder, J. Carr, *Newnes Radio and RF Engineering Pocket Book*. Newnes, 2002.

g.2 Bibliografía complementaria

- J. M. Hernando Rábanos, *Transmisión por Radio*. Ramón Areces.
- *The ARRL Handbook for Radio Amateurs*. ARRL, 2000.
- *The ARRL Handbook for Radio Communications*. ARRL, 2005.
- S. Drabowitch *et al.*, *Modern Antennas*, 2nd ed., Springer 2005.
- J. J. Carr, *Antenna Toolkit*, 2nd ed. Newnes, 2001.
- A. García Domínguez, *Cálculo de antenas: antenas de última generación para tecnología digital y métodos de medición*, 4^a ed., Marcombo, 2010.
- *The ARRL Antenna Book*. ARRL, 2000.
- V. Giannini *et al.*, *Baseband Analog Circuits for Software Defined Radio*, Springer 2008.
- Van Valkenburg, *Reference Data for Engineers*, 9th ed. Newnes, 2002.
- J. J. Carr, *RF components and circuits*, 2002.
- G. Brown, *Radio and Electronics Cookbook*. Newnes 2001.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

- Guía de telecomunicación y electrónica (biblioteca UVA): <https://biblioguias.uva.es/c.php?g=654105>
- Recursos electrónicos de la biblioteca UVA.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVA o el profesor:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle, alojada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Bibliografía técnica en formato electrónico, suscrita por la Biblioteca Universitaria.
- Instrumentación de laboratorio de radiofrecuencia. Analizadores de espectro y receptores SDR con su ordenador y software correspondiente.
- Transceptores de radioaficionado, medidores de relación de onda estacionaria, antenas, cargas ficticias y otros accesorios para mostrar un sistema de radiocomunicaciones.
- Pequeño material electrónico/radio/accesorios adquirido por el alumno para desarrollar las prácticas.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2,4 ECTS	Semanas 1 a 6

Bloque 2: Aplicación a los sistemas de telecomunicación por radio

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Una vez revisada la tecnología que forma parte de un sistema radio, se estudiarán las aplicaciones más representativas en telecomunicación por radio. Por tanto, se tratarán los sistemas de radiodifusión, los enlaces terrenales y vía satélite, las telecomunicaciones celulares y las telecomunicaciones de corto alcance.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Describir los elementos y factores involucrados en un enlace vía satélite.
- Estimar la cobertura radio entre sistemas punto a punto.
- Describir los esquemas de modulación aplicables a los diferentes sistemas de telecomunicación.
- Enumerar y distinguir los sistemas estudiados atendiendo a su aplicación y tecnología.

c. Contenidos

TEMA 4. Radiodifusión

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Radiodifusión por modulación en amplitud AM.
- 4.3 Radiodifusión por modulación en frecuencia FM y FM estéreo.
- 4.4 Radiodifusión digital: RDS y DAB.
- 4.5 Modulaciones aplicables en DAB. OFDM.

TEMA 5. Radioenlaces y comunicaciones vía satélite

- 5.1 Objetivos.
- 5.2 Introducción y órbitas de los satélites artificiales.
- 5.3 Parámetros que afectan a la comunicación. Balance de enlace.
- 5.4 Tipos de satélites.
- 5.5 Satélites y radioafición. Esquemas de modulación aplicables. FSK y PSK.
- 5.6 Radioenlaces. Estimación de coberturas con herramientas informáticas.
- 5.7 Resumen

TEMA 6. Telecomunicaciones celulares

- 6.1 Objetivos.
- 6.2 Introducción.
- 6.3 Sistemas normalizados.
- 6.4 Segunda generación (2G): GSM, GPRS y EDGE.
- 6.5 Modulaciones aplicables en 2G. MSK, GMSK.
- 6.6 Tercera generación (3G) y posteriores. UMTS, LTE, 5G.
- 6.7. Modulaciones aplicables en 3G y posteriores. Espectro ensanchado.
- 6.8 Resumen

TEMA 7. Comunicaciones inalámbricas de corto alcance vía radio

- 7.1 Objetivos.
- 7.2 Introducción.
- 7.3 WLAN y WPAN: Bluetooth, WiFi, ZigBee, UWB, RFID, NFC.
- 7.4 Resumen

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en aula y en laboratorio.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje por el método de proyectos.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Evaluación a través de herramientas informáticas (Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).
- Prueba escrita o a través de herramientas informáticas al final del cuatrimestre (con Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).

g. Material docente

Bibliografía recomendada disponible en la biblioteca en:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/6160853660005774?auth=SAML

g.1 Bibliografía básica

- I. Poole, *Newnes Guide to Radio and Communications Technology*, Newnes 2003.

g.2 Bibliografía complementaria

- B. R. Elbert, *The Satellite Communication Applications Handbook*, 2nd. ed. Artech House, 2004.
- J. N. Pelton et al., *Handbook of Satellite Applications*, Springer, 2013.
- L. J. Ippolito, *Satellite Communications Systems Engineering: Atmospheric Effects, Satellite Link Design and System Performance*. Wiley, 2017
- J. Everett, *VSATs: Very Small Aperture Terminals*. Peter Peregrinus, 1992.
- J. M. Hernando Rábanos y otros, *Comunicaciones Móviles*. Ramón Areces.
- I. Poole, *Cellular Communications Explained*, Newnes, 2005.
- J. M. Huidobro, *Comunicaciones Móviles. Sistemas GSM, UMTS y LTE*. Ra-Ma, 2012.
- *The ARRL Satellite Handbook*. ARRL.
- D. M. Dobkin, *RF Engineering for Wireless Networks. Hardware, Antennas, and Propagation*. Newnes, 2005.
- S. Rackley, *Wireless Networking Technology: From Principles to Successful Implementation*. Newnes, 2007.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

- Guía de telecomunicación y electrónica (biblioteca UVa): <https://biblioguias.uva.es/c.php?g=654105>
- Normas UNE de AENOR ofrecidas por la biblioteca UVa.
- Recursos electrónicos de la biblioteca UVa.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle, alojada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Bibliografía técnica en formato electrónico, suscrita por la Biblioteca Universitaria.
- Software para estimación de coberturas.
- Estación terrena de satélites ubicada en la Escuela.
- Instrumentación de radiofrecuencia, SDR y software radio.
- Equipamiento informático para ejecutar software de radio.
- Pequeño material electrónico/radio/accesorios adquirido por el alumno para desarrollar las prácticas.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3,6 ECTS	Semanas 7 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Se emplearán los siguientes métodos docentes durante el desarrollo de la asignatura:

- Actividades presenciales:
 - Clases de teoría. Clase magistral participativa apoyada en el Campus Virtual UVa y los recursos disponibles en Internet. Podrá aplicarse el método de *clase invertida*, por el cual los estudiantes deberán haber visto de forma previa el vídeo con los contenidos teóricos correspondientes a ese día y durante el horario establecido para la clase de teoría, se aprovechará el tiempo para resolver dudas o realizar las tareas de trabajo personal del alumno.
 - Seminarios. Estudio de casos prácticos dirigido por el profesor.
 - Laboratorio. Desarrollo de prácticas de radioelectrónica y de prácticas de radiocomunicaciones con el ordenador. Desarrollo de un proyecto de telecomunicaciones a lo largo de la asignatura. El trabajo será individual o en grupos reducidos si hay limitaciones en los recursos.
- Actividades no presenciales:
 - Trabajo individual. Estudio/trabajo personal. Resolución de ejercicios en el Campus Virtual. Desarrollo de las actividades no presenciales propuestas. Desarrollo del proyecto. Preparación del contenido de las prácticas antes de asistir a las sesiones de laboratorio.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Laboratorios (L)	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

- (1) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Actividades periódicas	10%	Se calificará a través de actividades propuestas de forma regular, ya sea en clase o por medio de la herramienta Moodle. La fracción del total de actividades propuestas no realizada por el alumno se denominará <i>fracción no evaluada</i> (valor comprendido entre 0 y 1).
Proyecto de desarrollo a lo largo del curso	30%	Se calificará basándose en los informes entregados y las demostraciones prácticas realizadas.
Examen final (escrito o vía plataforma Moodle o equivalente)	60%	Calificación final: se calculará a partir de las categorías anteriores ($puntuación = 10\% + 30\% + 60\%$) como: $puntuación\ final = puntuación - 2 \cdot (fracción\ no\ evaluada)$.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Es condición necesaria para superar la asignatura el realizar al menos el 70% de las prácticas de laboratorio en el horario establecido para dicha actividad. En caso de no cumplirse, la calificación será de *No presentado*.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantienen los criterios de la convocatoria ordinaria, teniendo en cuenta que, en cuanto a las actividades periódicas y al proyecto, la convocatoria extraordinaria representa una ampliación del plazo para completar o mejorar el trabajo.



8. Consideraciones finales

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.

