

**Guía docente de la asignatura**

Asignatura	FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN POR RADIO		
Materia	COMUNICACIONES POR RADIO		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45021
Periodo de impartición	1 ^{er} CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3 ^o
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	JUAN BLAS PRIETO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5568 E-MAIL: juan.blas@tel.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La transmisión por radio es uno de los principales motores de evolución de las Tecnologías de la Información. La sociedad demanda comunicaciones móviles con un alto grado de ubicuidad que liberen a las aplicaciones y servicios de la rigidez de la conexión por cable. En consonancia con estos procesos, los organismos internacionales de normalización están continuamente creando nuevos estándares.

El alumno deberá adquirir unos conocimientos básicos sobre antenas y propagación que le permitan analizar y diseñar sistemas y enlaces radioeléctricos. Además obtendrá una visión general de los sistemas de radiocomunicaciones y la ingeniería subyacente, lo cual permitirá al alumno disponer de una base para profundizar en dichas tecnologías y manejarse con la normativa y los aspectos técnicos involucrados.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se relaciona con las asignaturas “Campos Electromagnéticos”, que proporciona la base de los sistemas radioeléctricos, así como con “Teoría de la Comunicación” y “Sistemas de Comunicación”, donde se estudian los conceptos básicos de un sistema de telecomunicaciones. La asignatura proporciona los conocimientos básicos para abordar posteriormente “Sistemas de Telecomunicación por radio” y “Radiodeterminación”, donde se estudian de forma más específica sistemas concretos de radiocomunicaciones.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado la materia “Fundamentos de Comunicaciones” del “Bloque de Materias Básicas”. Además es muy recomendable haber cursado las asignaturas de primer y segundo curso pertenecientes a los bloques “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética” y “Fundamentos de Señales y Sistemas”.



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.
- GBE5 Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- 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.
- GE5 Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, así como el desarrollo sostenible del ámbito correspondiente.
- 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:

- Analizar y especificar los parámetros de diferentes sistemas de comunicaciones por radio.
- Analizar la compatibilidad electromagnética entre sistemas
- Analizar y comprender la gestión del espectro electromagnético y la asignación de frecuencias.
- Relacionar los parámetros básicos que caracterizan a una antena.
- Analizar y sintetizar sistemas radiantes.
- Describir los mecanismos de propagación radioeléctrica.
- Operar con los parámetros técnicos requeridos para caracterizar un sistema de comunicaciones.
- Calcular y diseñar enlaces radioeléctricos teniendo en cuenta la definición, normativa técnica y planificación de sistemas radioeléctricos
- Analizar las contribuciones de ruido de los elementos de un receptor y del canal, así como de la intermodulación y de las interferencias en el sistema
- Valorar la influencia de las tecnologías y la emisiones radioeléctricas asociadas a las comunicaciones sobre el desarrollo, la sociedad y la salud



4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	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





5. Bloques temáticos

Bloque 1: Transmisión por radio

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque dado que la parte de antenas y la de propagación, aunque independientes en su contenido, sirven de manera conjunta de base para comprender en profundidad y valorar en detalle, el empleo de los diferentes tipos de antenas en los distintos sistemas de radiocomunicaciones, que a su vez, están sometidos a una normativa legal sobre emisiones.

b. Objetivos de aprendizaje

Véanse los objetivos de la asignatura.

c. Contenidos

TEMA 1: Fundamentos de radiación

- 1.1 Objetivos
- 1.2 Ecuaciones de Maxwell
- 1.3 Función de Green en espacio libre
- 1.4 Radiación de campo próximo y lejano
- 1.5 Vectores de radiación
- 1.6 Dualidad
- 1.7 Teorema de Equivalencia y teoría de imágenes
- 1.8 Teorema de Reciprocidad
- 1.9 Caracterización técnica de antenas
- 1.10 Cálculo de enlaces en espacio libre

TEMA 2: Antenas lineales

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Antenas elementales
- 2.3 Dipolos de longitud comparable a la longitud de onda
- 2.4 Monopolos
- 2.5 Impedancias de entrada
- 2.6 Antenas cargadas
- 2.7 Impedancias mutuas
- 2.8 Sistemas de alimentación

TEMA 3: Agrupaciones

- 3.1 Objetivos
- 3.2 Relación con el muestreo de distribuciones
- 3.3 Principio de multiplicación de diagramas
- 3.4 Agrupaciones lineales



- 3.5 Directividad de agrupaciones lineales
- 3.6 Agrupaciones bidimensionales planas
- 3.7 Síntesis de agrupaciones

TEMA 4: Antenas de apertura

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Expresiones generales de los campos radiados
- 4.3 Bocinas
- 4.4 Ranuras
- 4.5 Antenas impresas
- 4.6 Antenas reflectoras

TEMA 5: Propagación radioeléctrica, cálculo de enlace y coberturas

- 5.1 Objetivos
- 5.2 Ruido
- 5.3 Efecto del suelo
- 5.4 Efecto de la troposfera
- 5.5 Efecto de la ionosfera
- 5.6 Diseño y cálculo de radioenlaces
- 5.7 Cálculo de coberturas
- 5.8 Introducción al canal móvil y diversidad

TEMA 6: Introducción a los Sistemas de Radiocomunicaciones

- 6.1 Objetivos
- 6.2 Tipos de Sistemas de Radiocomunicaciones y principales características
- 6.3 Evolución de los Sistemas de Radiocomunicaciones
- 6.4 Gestión del espectro radioeléctrico
- 6.5 Compatibilidad

TEMA 7: Medida de emisiones radioeléctricas

- 7.1 Objetivos
- 7.2 Efectos de las emisiones radioeléctricas
- 7.3 Normativa en materia de emisiones radioeléctricas
- 7.4 Conceptos básicos. Distancias de protección y zonas de exclusión
- 7.5 Medida y certificación de emisiones radioeléctricas

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en aula y en laboratorio.
- Aprendizaje colaborativo

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.
- Resolución de problemas por parte del alumno
- Informes de laboratorio realizados por grupos de alumnos
- Prueba escrita al final del cuatrimestre

g. Bibliografía básica

- A. Cardama, Ll. Jofre, J. M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, *Antenas*, 2ª ed., Edicions UPC, 2002.
- J.M. Hernando Rábanos, *Transmisión por Radio*, 6ª ed., Ramón Areces, 2008.
- Normativa española específica: RD 1066/2001 (BOE 29/9/2001) y Orden CTE/23/2002 (BOE 12/1/2002).

h. Bibliografía complementaria

- T. R. Rappaport, *Wireless Communications. Principles and Practice*, 2ª ed., Prentice Hall, 2002.
- J. M. Huidobro, *Comunicaciones Móviles. Sistemas GSM, UMTS y LTE*, Ra-Ma, 2012.
- J. D. Krauss, R. J. Marhefka, *Antennas for all applications*, 3rd. ed. McGraw-Hill, 2002.
- C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 2005.
- R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985.
- S. R. Saunders, *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems*, John Wiley & Sons, 1999.
- A. García Domínguez, *Cálculo de antenas. Antenas de última generación para tecnología digital y métodos de medición*, 4ª ed., Marcombo, 2010.
- M. Dolukhanov, *Propagation of Radio Waves*, URSS-Moscú, 1995.
- V. V. Nikolski, *Electrodinámica y propagación de ondas de radio*, URSS-Moscú, 1976.
- G. T. Márkov, D.M. Sazónov, *Antenas*, URSS-Moscú, 1994.
- I. I. Fernández Tobías, N. Miranda Santos, M. Molina García, P. Almorox González, J. I. Alonso Montes. *Emisiones Radioeléctricas: Normativa, Técnicas de Medida y Protocolos de Certificación*. Cuaderno Cátedra COIT, Vol. 1-2008. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2008.

i. Recursos necesarios

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

- Entorno de trabajo en la web ETSIT-UVa o en la plataforma Moodle ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Laboratorio de ordenadores equipados con Matlab y acceso a internet.
- Herramienta de planificación Xirio-Online de la empresa Óptica.
- Servidor con repositorio Subversion.
- Documentación de apoyo.



6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Transmisión por radio	6 ECTS	Semanas 1 a 15 (24 sep. – 19 ene.)

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	5%	
Valoración de aportaciones al repositorio de la asignatura	5%	
Resolución de dos series de problemas a lo largo de la asignatura	20%	
Informes de prácticas de laboratorio	30%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10 para superar la asignatura.
Examen final escrito	40%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10 para superar la asignatura.

En el caso de la convocatoria extraordinaria:

- Se mantiene la calificación obtenida en los cuatro primeros instrumentos de la tabla en ese mismo curso académico siempre que se cumplan los requisitos mencionados y su calificación total sea superior a 30 puntos sobre 60. El 40% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un nuevo examen escrito.
- Si no es superior a 30 puntos sobre 60, entonces el examen escrito de la convocatoria extraordinaria supondrá el 80% y un 20% se obtendrá mediante un examen práctico extraordinario de laboratorio. En ambos exámenes se exigirá una nota de al menos 4.5 sobre 10, y una media ponderada de al menos 5.0 sobre 10 para superar la asignatura.

8. Consideraciones finales

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