



## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN POR RADIO		
<b>Materia</b>	COMUNICACIONES POR RADIO		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	460	<b>Código</b>	45021
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3 <sup>o</sup>
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Juan Blas Prieto		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5568 E-MAIL: <a href="mailto:juabla@tel.uva.es">juabla@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

En asignaturas previas se ha estudiado la posibilidad de transmitir energía electromagnética a través de ondas guiadas. Las antenas son dispositivos que se emplean para transmitir y recibir energía electromagnética en forma de ondas de radio cuando no es viable el uso de ondas guiadas. Algunos ejemplos de aplicaciones que requieren el uso de antenas son: comunicaciones móviles, aéreas, satelitales, navales y radiodifusión. Además de las aplicaciones en el campo de las comunicaciones, las antenas también se usan en otras aplicaciones de carácter industrial y médico, como la monitorización geofísica o la detección precoz de tumores. En todas las aplicaciones, las antenas son diseñadas para transmitir y recibir ondas de radio de forma eficiente. Un buen diseño es aquel en el que se consigue una buena adaptación de impedancias entre la antena y la guía de ondas para maximizar la potencia de la onda radiada, a la vez que se consigue el mejor compromiso entre las restricciones impuestas al reparto direccional de la energía radiada. Optimizar este reparto puede significar maximizar la energía radiada en una dirección y suprimirla en otras por ejemplo. Conseguir todos los objetivos con una única antena puede ser imposible, por lo que a menudo es necesario el empleo de agrupaciones de antenas. El alumno deberá adquirir unos conocimientos básicos sobre antenas y propagación de señales radioeléctricas que le permitan analizar y diseñar enlaces radioeléctricos.

### 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		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>



## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Fundamentos de 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 Ecuaciones de onda
- 1.4 Función de Green en espacio libre
- 1.5 Radiación de campo próximo y lejano
- 1.6 Vectores de radiación
- 1.7 Dualidad
- 1.8 Caracterización técnica de antenas
- 1.9 Cálculo de enlaces en espacio libre

##### TEMA 2: Agrupaciones

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Relación con el muestreo de distribuciones
- 2.3 Principio de multiplicación de diagramas
- 2.4 Agrupaciones lineales
- 2.5 Directividad de agrupaciones lineales
- 2.6 Agrupaciones bidimensionales planas
- 2.7 Síntesis de agrupaciones

##### TEMA 3: Antenas lineales

- 3.1 Objetivos
- 3.2 Antenas elementales
- 3.3 Dipolos de longitud comparable a la longitud de onda
- 3.4 Teoría de imágenes y monopolos
- 3.5 Impedancias de entrada
- 3.6 Impedancias mutuas



3.7 Sistemas de alimentación

**TEMA 4: Antenas de apertura**

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Teorema de equivalencia
- 4.3 Expresiones generales de los campos radiados
- 4.4 Bocinas
- 4.5 Ranuras
- 4.6 Antenas impresas
- 4.7 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
- 5.9 Compatibilidad
- 5.10 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

---

- J. A. Kong, *Electromagnetic Wave Theory*, EMW Publishing, 2008.
- M. F. Iskander, *Electromagnetic Fields and Waves*, 2ª ed., Waveland Press, 2013.
- T. R. Rappaport, *Wireless Communications. Principles and Practice*, 2ª ed., Prentice Hall, 2002.
- 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.
- Servidor con repositorio para control de versiones.
- Documentación de apoyo.



## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Fundamentos de transmisión por radio	6 ECTS	Semanas 1 a 15

## 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.
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.

- Si un alumno no alcanza los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y 4,5.

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 de al menos 30 puntos sobre 60. El 40% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un nuevo examen escrito.
- Si no alcanza 30 puntos sobre 60 o no se ha alcanzado la nota mínima necesaria en los informes de prácticas, 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 mínima de 4,5 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.