



## Proyecto/Guía docente de la asignatura Transmisión por Radio

<b>Asignatura</b>	TRANSMISIÓN POR RADIO		
<b>Materia</b>	ELECTROMAGNETISMO EN COMUNICACIONES		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN – MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	512	<b>Código</b>	46625
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN)
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	ESPAÑOL		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	PEDRO CHAMORRO POSADA		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 185545 E-MAIL: <a href="mailto:pedcha@tel.uva.es">pedcha@tel.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	26 de junio de 2023		



## **1. Situación / Sentido de la Asignatura**

---

### **1.1 Contextualización**

---

Los sistemas de transmisión inalámbricos han experimentado un desarrollo muy importante en las últimas décadas. Aparte de sus aplicaciones más convencionales (en radioenlaces, sistemas celulares de telefonía móvil o redes de difusión) las tecnologías radioeléctricas no guiadas han penetrado ampliamente en otros ámbitos como las redes de área local, de área metropolitana, de área personal o en la red de acceso. En la asignatura Transmisión por Radio se estudian los fundamentos de las comunicaciones no guiadas: la generación y propagación de ondas de radio y su aplicación en sistemas de transmisión de la información. Al alumno se le presentarán los conceptos fundamentales de los sistemas radiantes y las propiedades básicas de propagación de ondas electromagnéticas de radiofrecuencia.

### **1.2 Relación con otras materias**

---

Esta asignatura pertenece al grupo de materias que tratan sobre los campos electromagnéticos como soporte de la transmisión de la información. La base de esta troncalidad se encuentra en Campos Electromagnéticos de la materia Fundamentos de Ingeniería Electromagnética. Existe una relación muy estrecha también con Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados que, junto con Transmisión por Radio, constituye la materia Electromagnetismo en Comunicaciones y en la que se estudian los fundamentos de las comunicaciones guiadas. Esta asignatura está también relacionada con Sistemas de Radiocomunicaciones, a la que sirve de base.

### **1.3 Prerrequisitos**

---

No es preceptivo haber cursado ninguna asignatura en particular de manera previa. Sin embargo, el alumno ha de ser consciente de que los conceptos básicos relacionados con la generación y propagación de ondas electromagnéticas se estudian en Campos Electromagnéticos. Es también recomendable haber cursado en el primer cuatrimestre Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados por la relación que existe entre estas dos asignaturas.



## **2. Competencias**

---

### **2.1 Generales**

---

- 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.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### **2.2 Específicas**

---

- ST2. Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, 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 y comprender los fundamentos básicos de la generación y detección de ondas de radio.
- Calcular el campo lejano producido por sistemas radiantes simples.
- Definir y determinar los parámetros fundamentales de una antena.
- Sintetizar diagramas de radiación mediante agrupaciones de antenas.
- Conocer y comprender los distintos efectos que afectan a la propagación de las ondas electromagnéticas.
- Analizar y diseñar sistemas de radiocomunicación.
- Estudiar algunas propiedades de las antenas en el laboratorio.
- Emplear herramientas de simulación en el estudio de problemas de radiación y propagación.



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: Radiación

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4,5

##### a. Contextualización y justificación

Este bloque proporciona una introducción a la radiación electromagnética. El alumno adquirirá los conocimientos básicos relativos a los campos de radiación y su generación mediante sistemas radiantes, así como destrezas básicas para el análisis y diseño de algunos sistemas simples y su aplicación en sistemas de radiocomunicaciones.

##### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer y comprender los fundamentos teóricos básicos de la radiación electromagnética.
- Conocer los principales parámetros de las antenas.
- Calcular el campo lejano producido por sistemas radiantes simples.
- Comprender el funcionamiento de las agrupaciones de antenas.
- Sintetizar diagramas de radiación mediante agrupaciones.
- Analizar ranuras, bocinas y antenas reflectoras.
- Comprender el comportamiento de la antena en recepción.
- Caracterizar algunas de las propiedades de sistemas radiantes en el laboratorio.

##### c. Contenidos

##### TEMA 1: Radiación electromagnética

- 1.1 Objetivos.
- 1.2 Ecuaciones de Maxwell y condiciones de frontera en superficies de discontinuidad.
- 1.3 Ondas electromagnéticas.
- 1.4 Radiación electromagnética. Potenciales retardados.
- 1.5 Campo próximo y campo lejano. Características del campo de radiación.
- 1.6 Expansión multipolar. Aproximación dipolar eléctrica.

##### TEMA 2: Sistemas Radiantes

- 2.1 Algunos sistemas radiantes simples.
- 2.2 Parámetros de los sistemas radiantes.
- 2.3 Teorema de reciprocidad. Antenas receptoras.

##### TEMA 3: Antenas lineales delgadas

- 2.1 Objetivos.
- 2.2 Dipolos y monopolos.
- 2.3. Antenas de lazo.
- 2.4. Antenas lineales largas.



#### **TEMA 4: Agrupaciones de antenas**

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Radiación de agrupaciones de antenas.
- 4.3 Síntesis de agrupaciones.

#### **TEMA 5: Difracción**

- 5.1 Objetivos
- 5.2 Difracción de Fresnel y difracción de Fraunhofer. Aproximación paraxial.
- 5.3 Principios de equivalencia.
- 5.4. Difracción producida por una pantalla semi-infinita.
- 5.5 Zonas de Fresnel. Elipsoides de Fresnel.

#### **TEMA 6: Antenas de apertura**

- 6.1 Objetivos.
- 6.2 Campos radiados por aperturas.
- 6.3 Bocinas.
- 6.4 Ranuras.
- 6.5 Antenas impresas.
- 6.6 Antenas reflectoras

#### **PRÁCTICAS PRESENCIALES:**

**PRÁCTICA 1: Medida de la ganancia de antenas de microondas.**

**PRÁCTICA 2: Medida del diagrama de radiación.**

**PRÁCTICA 3: Difracción.**

#### **PRÁCTICAS ON-LINE:**

**PRÁCTICA 1: Monopolos.**

**PRÁCTICA 2: Espiras.**

**PRÁCTICA 3: Acoplamiento mutuo.**

---

#### **d. Métodos docentes**

- Clase magistral participativa
- Estudio de casos en laboratorio
- Resolución de problemas en el aula
- Resolución de problemas mediante el trabajo individual del alumno

---

#### **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.
- Informe realizado por grupos de alumnos y/o de manera individual sobre el trabajo de laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

## g Material docente

### g.1 Bibliografía básica

- R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985.
- A. Cardama, Ll. Jofre, J. M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, *Antenas*, 2ª ed., Edicions UPC, 2002.

### g.2 Bibliografía complementaria

- C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, 2ª ed., Wiley, 1997.
- J. D. Krauss, R. J. Marhefka, *Antennas for all applications*, 3rd. ed. McGraw-Hill, 2002.

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

- *Material bibliográfico preparado por el profesor para el seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos.*
- *Colección de artículos de revistas científicas proporcionada por el profesor.*
- *Recomendaciones de la ITU.*

## h. Recursos necesarios

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

- Documentación de apoyo.
- Bancos de microondas.
- Bancos ópticos.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
4.5 ECTS	Semana 1 a 10



## Bloque 2: Propagación

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,5

### a. Contextualización y justificación

En este bloque temático se estudian distintos efectos que tienen lugar en la propagación de ondas electromagnéticas y su impacto sobre los sistemas para la transmisión de la información. Se estudiarán los fenómenos básicos de la interferencia y la difracción, así como otros efectos de propagación que son relevantes en bandas de frecuencia específicas: distintos mecanismos de atenuación, la propagación por onda de superficie o la propagación ionosférica. También se estudian distintos modelos de propagación y su utilización en el diseño de sistemas radioeléctricos.

### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer y comprender los efectos relevantes en la propagación de señales radioeléctricas.
- Determinar el impacto de los distintos efectos de propagación.
- Utilizar herramientas de simulación en el estudio de la propagación de ondas de radio.
- Conocer modelos de propagación y aplicarlos al cálculo de cobertura para comunicaciones vía radio.

### c. Contenidos

#### TEMA 1: Propagación radioeléctrica

- 1.1 Objetivos.
- 1.2 El espectro radioeléctrico y los efectos dominantes en la propagación.
- 1.3 Interferencia.
- 1.4 Difracción.
- 1.5 Otros efectos sobre la propagación radioeléctrica.
- 1.6 Modelos predictivos.
- 1.7 Cálculo de radio-enlaces y de coberturas radioeléctrica.

#### PRÁCTICA 1: Diseño de enlaces y cálculo de coberturas.

### d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Estudio de casos en laboratorio
- Resolución de problemas en el aula
- Resolución de problemas mediante el trabajo individual del alumno

### 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.
- Informe realizado por grupos de alumnos sobre el trabajo de laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

## g. Material docente

### g.1 Bibliografía básica

- R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985.
- J. M. Hernando, *Transmisión por Radio*, 6ª ed., Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008.

### g.2 Bibliografía complementaria

- J.D. Parsons, *The Mobile Radio Propagation Channel*, 2ª ed., Wiley, 2000.

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

- *Material bibliográfico preparado por el profesor para el seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos.*
- *Colección de artículos de revistas científicas proporcionada por el profesor.*
- *Recomendaciones de la ITU.*

## h. Recursos necesarios

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

- Documentación de apoyo.
- Instrumentación de radiofrecuencia.
- Entorno de simulación.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1.5 ECTS	Semana 11 a 15



## **5. Métodos docentes y principios metodológicos**

---

- Clase magistral participativa
- Estudio de casos en laboratorio
- Resolución de problemas en el aula
- Resolución de problemas mediante el trabajo individual del alumno

**6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	34	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas de aula (A)	18		
Laboratorios (L)	8		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo 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
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	10%	
Informes de prácticas de laboratorio	30%	
Examen final escrito	60%	Para aprobar la asignatura, es necesario obtener al menos una nota mínima de 4 sobre 10 en el examen final escrito.

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Evaluación de los informes de las prácticas y el examen final escrito. Los alumnos deben demostrar un desarrollo adecuado de las competencias adquiridas en la asignatura en la elaboración de los informes de las prácticas y en la realización del examen escrito. En la evaluación de los informes de las prácticas podrá incluirse la evaluación entre pares a través de la herramienta web desarrollada por el profesor y en la que se alojan las prácticas. En su caso, esta valoración será tomada en cuenta (tras el escrutinio de la misma por parte del profesor) para la nota final junto con la evaluación de las prácticas realizada por el propio profesor de la asignatura, prevaleciendo siempre el criterio del profesor.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Evaluación de los informes de las prácticas y el examen final escrito. Los alumnos deben demostrar un desarrollo adecuado de las competencias adquiridas en la asignatura en la elaboración de los informes de las prácticas y el desarrollo del examen escrito. En la evaluación de los informes de las prácticas podrá incluirse la evaluación entre pares a través de la herramienta web desarrollada por el profesor y en la que se alojan las prácticas. En su caso, esta valoración será tomada en cuenta (tras el escrutinio de la misma por parte del profesor) para la nota final junto con la evaluación de las prácticas realizada por el propio profesor de la asignatura, prevaleciendo siempre el criterio del profesor.

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

Art 35.4 del ROA 35.4. La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas.

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>