

## Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	COMPLEMENTOS DE TRANSMISORES Y RECEPTORES		
<b>Materia</b>	COMPLEMENTOS DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES para Graduados en Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Telemática		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	716	<b>Código</b>	53804
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA*
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	ANTONIO TRISTAN VEGA JUAN BLAS PRIETO MIGUEL ÁNGEL MARTÍN FERNÁNDEZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	E-MAL: <a href="mailto:anttri@tel.uva.es">anttri@tel.uva.es</a> TELÉFONO: 983 423000 ext. 3715 E-MAIL: <a href="mailto:juabla@tel.uva.es">juabla@tel.uva.es</a> TELÉFONO: 983 423000 ext. 5568 E-MAIL: <a href="mailto:migmar@tel.uva.es">migmar@tel.uva.es</a> TELÉFONO: 983 423000 ext. 5934		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Másteres → Ingeniería de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	10 de julio de 2023		

(\*) Esta asignatura es optativa a nivel de título, pero es obligatoria para los alumnos que acceden al máster desde el Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Telemática.

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

---

### **1.1 Contextualización**

---

Los sistemas de radiocomunicación engloban un conjunto de elementos y técnicas cuyo objetivo es transmitir información empleando ondas electromagnéticas no guiadas satisfaciendo cierto nivel de calidad. El propósito de la asignatura es presentar los fundamentos de dichos sistemas con el objeto de que el estudiante disponga de los conocimientos básicos que necesitará para cursar otras asignaturas del máster.

Por tanto, se describirán y estudiarán los sistemas de antenas, así como la electrónica de comunicaciones y las características que deben tenerse en cuenta en transmisores y receptores. Se estudiará su aplicación en radiodifusión y se trabajará en el laboratorio con el instrumental requerido para estudiar la electrónica involucrada en transmisores y receptores.

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

---

Esta asignatura está especialmente relacionada con “Electrónica”, ya que se toma contacto con la electrónica de comunicaciones, así como con “Sistemas de Comunicaciones” con cuanto a que se introducen los sistemas de antena básicos, así como los elementos de un sistema de radiocomunicaciones. Enlaza también con “Procesado de Señales en Comunicaciones”, al realizarse una introducción de las modulaciones empleadas en radiocomunicaciones.

### **1.3 Prerrequisitos**

---

Por tratarse de una asignatura de complementos de primer curso de máster, no existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable tener conocimientos básicos de electricidad, electrónica e instrumentación, así como nociones de electromagnetismo.

## **2. Competencias**

---

- Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.
- Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicaciones y computación.
- Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.
- Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- 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.
- Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

### 3. Objetivos

---

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Saber seleccionar componentes y circuitos para transmisión y recepción de comunicaciones fijas y móviles.
- Conocer y comprender la arquitectura de transmisores y receptores.
- Diseñar circuitos analógicos y digitales de subsistemas de radiofrecuencia, para aplicaciones de telecomunicaciones.
- Utilización de instrumentación electrónica y sistemas de medida para la realización de circuitos electrónicos y para el análisis de su funcionamiento.
- Seleccionar circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, radiodifusión y radioenlaces para las correspondientes aplicaciones.
- Seleccionar antenas, equipos y sistemas para la transmisión de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos o de radiofrecuencia.
- Comprender y analizar los procesos básicos de propagación electromagnética.
- Comprender el proceso de gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

---

#### Bloque 1: Fundamentos de las radiocomunicaciones

---

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,0

##### a. Contextualización y justificación

---

Este bloque consta de cuatro temas y proporciona los fundamentos de los sistemas de radiocomunicaciones. Se inicia con un primer tema introductorio donde se revisan los conceptos físicos y matemáticos básicos que se emplearán en el desarrollo de los tres temas siguientes. El segundo tema aborda la naturaleza de las agrupaciones de antenas. En el tercer tema, se revisan los tipos de antenas más usuales y en el cuarto se desarrollan los mecanismos de propagación. Con este bloque se obtendrá una visión general del electromagnetismo aplicado a los sistemas de radiocomunicaciones.

##### b. Objetivos de aprendizaje

---

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

- Enumerar y describir diferentes tipos de antenas.
- Describir los alimentadores empleados con las antenas.
- Manejar la información que regula el espectro radioeléctrico.
- Comprender los fundamentos de la propagación en radiocomunicaciones.
- Relacionar los parámetros básicos que caracterizan a un sistema radioeléctrico.

##### c. Contenidos

---

###### TEMA 1: Fundamentos de radiación

- 1.1 Objetivos.
- 1.2 Revisión de conceptos previos.

- 1.3 Ecuaciones de onda de los campos electromagnéticos.
- 1.4 Función de Green en espacio libre.
- 1.5 Radiación de campo próximo y lejano.
- 1.6 Caracterización técnica de antenas.
- 1.7 Enlaces en espacio libre.
- 1.8 Resumen.

## **TEMA 2: Agrupaciones**

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

## **TEMA 3. Tecnología de los sistemas de antenas**

- 3.1 Objetivos.
- 3.2 Antenas lineales.
- 3.3 Impedancias mutuas.
- 3.4 Alimentadores de antena.
- 3.5 Principio de equivalencia.
- 3.6 Antenas de apertura.
- 3.7 Resumen.

## **TEMA 4. Propagación**

- 4.1 Objetivos.
- 4.2 El espectro radioeléctrico. Nomenclatura de las bandas de frecuencia.
- 4.3 Efecto de la troposfera.
- 4.4 Efecto de la ionosfera.
- 4.5 Resumen.

## **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en aula y 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.
- Autoevaluación a través de herramientas informáticas (Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).
- Entrega del material que se solicite.

- Prueba escrita y/o práctica al final del cuatrimestre.

---

## **g Material docente**

---

### **g.1 Bibliografía básica**

[Ir a la lista en Leganto](#)

- [1] A. Cardama Aznar, Ed., *Antenas*, 2ª ed. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2002. [Ir al ejemplar](#)
- [2] I. Poole, *Newnes guide to radio and communications technology*. Amsterdam ;: Newnes, 2003. [Ir al ejemplar](#)

---

### **g.2 Bibliografía complementaria**

[Ir a la lista en Leganto](#)

- [1] C. A. Balanis, *Modern antenna handbook* . Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons, 2008.[Ir al ejemplar](#)
- [2] J. M. Hernando Rábanos, *Transmisión por radio* , 7ª ed. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2013.[Ir al ejemplar](#)
- [3] S. Drabowitch, Ed., *Modern antennas* , 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2005.[Ir al ejemplar](#)
- [4] S. R. Saunders, *Antennas and propagation for wireless communication systems* . Chichester [etc: John Wiley & Sons, 2007.[Ir al ejemplar](#)
- [5] S. Winder, *Newnes radio and RF engineering pocket book*, 3rd ed. Oxford ;: Newnes, 2002.[Ir al ejemplar](#)
- [6] ed. American Radio Relay League, Ed., *The ARRL Handbook for Radio Communications 2005 : The comprehensive RF Engineering* , 82th. ed. Newington, CT: ARRL, 2004.[Ir al ejemplar](#)
- [7] A. author. Ghasemi, *Propagation Engineering in Wireless Communications*, 2nd ed. 2016. Cham: Springer International Publishing, 2016.[Ir al ejemplar](#)
- [8] H. author. Sizun, *Radio Wave Propagation for Telecommunication Applications*, 1st ed. 2005. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005.[Ir al ejemplar](#)
- [9] A. García Domínguez, *Cálculo de antenas* , 3ª ed. Barcelona [etc: Marcombo, 2004.[Ir al ejemplar](#)
- [10] K. G. Budden, *The propagation of radio waves : the theory of radio waves of low power in the ionosphere and magnetosphere* . Cambridge [etc: Cambridge University Press, 1988.[Ir al ejemplar](#)
- [11] «Basic NEC with Broadcast Applications», *Radio (Overland Park, Kan.)*, vol. 14, n.º 11, 2008.[Ir al ejemplar](#)

---

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

- Guía de telecomunicación y electrónica (biblioteca Uva): <https://biblioguías.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.
- Instrumentación de laboratorio de radiofrecuencia.

- Pequeño material electrónico/radio adquirido por el alumno para desarrollar las prácticas.

### i. Temporalización

---

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3,0 ECTS	Semana 1 a 8

## Bloque 2: Elementos de los receptores y transmisores

---

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,0

### a. Contextualización y justificación

---

En el bloque anterior se presentaron los principios físicos sobre los que se sustenta un sistema de radiocomunicaciones. A partir de aquí, el primer tema de este segundo bloque presenta las modulaciones que se utilizan para transmitir información. Posteriormente, los temas de receptores y transmisores serán los encargados de mostrar la electrónica de comunicaciones en que están basados y las características asociadas. Finaliza el bloque con las aplicaciones de las radiocomunicaciones en el ámbito de la radiodifusión.

### b. Objetivos de aprendizaje

---

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

- Enumerar diferentes tipos de modulaciones empleadas en radiocomunicaciones.
- Identificar los elementos que componen un receptor superheterodino.
- Calcular el ruido generado en un receptor de radiocomunicaciones.
- Comprender las características de transmisores y receptores.
- Conocer las aplicaciones de transmisores y receptores en radiodifusión.

### c. Contenidos

---

#### TEMA 5. Modulación

- 5.1 Objetivos.
- 5.2 Modulaciones analógicas.
- 5.3 Modulaciones digitales.
- 5.4 Resumen.

#### TEMA 6. Receptores

- 6.1 Objetivos.
- 6.2 Tecnología de los receptores.
- 6.3 El receptor superheterodino.
- 6.4 Sintetizadores PLL.
- 6.5 Demodulación.
- 6.6 Características de los receptores.
- 6.7 Ruido en los receptores.
- 6.8 Resumen.

## **TEMA 7. Transmisores**

- 7.1 Objetivos.
- 7.2 Tecnología de los transmisores.
- 7.3 Características de los transmisores.
- 7.4 Modulación.
- 7.5 Resumen.

## **TEMA 8. Radiodifusión**

- 8.1 Objetivos.
- 8.2 Radiodifusión por modulación en amplitud.
- 8.3 Radiodifusión por modulación en frecuencia. FM estéreo.
- 8.4 Radiodifusión digital. RDS.
- 8.5 Resumen.

---

### **d. Métodos docentes**

- Clase magistral participativa
- Resolución de problemas
- Estudio de casos en aula y 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.
- Autoevaluación a través de herramientas informáticas (Moodle en el Campus Virtual UVa o equivalente).
- Entrega del material que se solicite.
- Prueba escrita y/o práctica al final del cuatrimestre.

---

### **g Material docente**

---

#### **g.1 Bibliografía básica**

[Ir a la lista en Leganto](#)

[1] I. Poole, *Newnes guide to radio and communications technology*. Amsterdam;; Newnes, 2003. [Ir al ejemplar](#)

---

#### **g.2 Bibliografía complementaria**

[Ir a la lista en Leganto](#)

[1] J. Williams, Ed., *The art and science of analog circuit design* . Boston, [Massachusetts: Butterworth-Heinemann, 1998.[Ir al ejemplar](#)

- [2] M. Sierra Pérez, Ed., *Electrónica de comunicaciones* . Madrid [etc: Pearson [etc.], 2010.[Ir al ejemplar](#)
- [3] J. M. Hernando Rábanos, *Transmisión por radio* , 7ª ed. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2013.  
[Ir al ejemplar](#)
- [4] M. Van Valkenburg, *Reference data for engineers radio, electronics, computer and communications* , 9th ed. Boston: Newnes, 2002.[Ir al ejemplar](#)
- [5] P. Horowitz, *The art of electronics* , 2nd ed. Cambridge [etc: Cambridge University Press, 1994.  
[Ir al ejemplar](#)
- [6] J. J. Carr, *RF components and circuits*, 1st ed. Oxford ;: Newnes, 2002.[Ir al ejemplar](#)
- [7] D. M. Dobkin, *RF engineering for wireless networks : hardware, antennas, and propagation* . Amsterdam ;: Elsevier/Newnes, 2005.[Ir al ejemplar](#)
- [8] RSGB., *Radio and Electronics Cookbook*, 1st edition. Burlington: Elsevier Science, 2000.[Ir al ejemplar](#)
- [9] A. Jajszczyk, Ed., *A guide to the wireless engineering body of knowledge (WEBOK)* , 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2012.[Ir al ejemplar](#)
- [10] J. J. Carr, *RF components and circuits*, 1st ed. Oxford ;: Newnes, 2002.[Ir al ejemplar](#)
- [11] J. Williams, Ed., *The art and science of analog circuit design* . Boston, [Massachusetts: Butterworth-Heinemann, 1998.[Ir al ejemplar](#)

#### 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.
- Pequeño material electrónico/radio adquirido por el alumno para desarrollar las prácticas.

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3,0 ECTS	Semana 8 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 y/o colaborativa.
  - Seminarios: estudio de casos prácticos dirigido por el profesor.
  - Laboratorio: desarrollo de prácticas de fundamentos de radiación y radiocomunicaciones. El trabajo será individual o en grupos reducidos dependiendo de las circunstancias.
- Actividades no presenciales:
  - Trabajo individual. Estudio/trabajo personal. Resolución de ejercicios. Desarrollo de las actividades no presenciales propuestas. 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 PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	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 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
Entregas de informes y/o ejercicios	50%	Se calificará a través de actividades desarrolladas de forma continuada.
Examen final	50%	El examen podría contener una parte práctica de laboratorio.

### 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<sup>(\*)</sup>:**
  - Se mantienen los criterios de la convocatoria ordinaria. Caso de no cumplirse el criterio del 70% arriba indicado, la configuración del examen práctico será establecido *ad-personam* para asegurar que todo alumno pueda superar la asignatura.
  - Se mantienen los criterios de la convocatoria ordinaria. Caso de no cumplirse el criterio del 70% arriba indicado, la configuración del examen práctico será establecido *ad-personam* para asegurar que todo alumno pueda superar la asignatura.

(\*) 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>

## 8. Consideraciones finales

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