



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Radiación y Propagación
Código	DEA-GITT-314
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Optativa (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Pedro Olmos González
Horario de tutorías	Preguntar al profesor en clase

Datos del profesorado	
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Pedro Celestino Olmos González
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	pedro.olmos@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Francisco Javier Herraiz Martínez
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	fjherraiz@icai.comillas.edu
Teléfono	2423

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>El objetivo principal de la asignatura es dotar al alumno de los conocimientos básicos necesarios sobre propagación de ondas electromagnéticas tanto en medios guiados como no guiados y los elementos necesarios para producirlas y/o recibirlas (antenas).</p> <p>Alcanzar estos objetivos implica estudiar y comprender los diferentes medios de transmisión, (líneas, guías etc...) así como conocimientos de cómo se propagan las ondas en la realidad física y de las antenas y de todos sus principales parámetros.</p>



Con objeto de obtener un conocimiento práctico de la materia, los conocimientos teóricos estarán respaldados por prácticas de laboratorio que proporcionarán una visión general de los elementos básicos usados en un laboratorio de radiofrecuencia haciendo especial hincapié en los parámetros S.

Cuando el alumno haya finalizado con provecho el curso, conocerá el funcionamiento y las prestaciones técnicas de los sistemas de comunicación tanto inalámbricos como sistemas guiados.

## Prerequisitos

Los prerrequisitos necesarios que el alumno debe tener para el seguimiento eficiente y fluido de la asignatura son: Campos electromagnéticos, conocimientos de algebra y variable compleja, cálculo diferencial e integral. Potencia y energía electromagnética; resonancia. Unidades logarítmicas; decibelio. Análisis de circuitos y respuesta en frecuencia. Capacidad de lectura de textos en inglés técnico

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG02</b>	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
<b>CG03</b>	Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

#### ESPECÍFICAS

<b>CRT08</b>	Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
--------------	--

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Conocer los fundamentos físicos y conceptos de las líneas de transmisión.
<b>RA2</b>	Comprender los principios y fundamentos de guías de onda, modos de propagación y su importancia en las comunicaciones.
<b>RA3</b>	Conocimiento de propagación de ondas y la influencia producida por la tierra y de la atmósfera
<b>RA4</b>	Conocer y comprender el funcionamiento de las antenas y los principales parámetros de las mismas
<b>RA5</b>	Conocer y comprender el funcionamiento del equipamiento e instrumentación de un laboratorio de radiofrecuencia

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

Bloque 1: Líneas de transmisión

Las líneas básicas contenidas en el programa se articulan alrededor de los conceptos fundamentales de electromagnetismo.

**Tema 1: Líneas de transmisión**

- 1.1 Ecuaciones de la línea de transmisión.
- 1.2 Impedancia de línea.
- 1.3 Reflexión.
- 1.4 Parámetros "S".
- 1.5 Carta de Smith. Adaptación de impedancias mediante carta de Smith, elementos concentrados y distribuidos.
- 1.6 Líneas de transmisión mas comunes; coaxial, bifilar, microstrip, stripline.

**Tema 2: Ondas guiadas.**

- 2.1 Resolución de la ecuación de onda, resolución electromagnética de las ecuaciones de la línea de transmisión. Modos de propagación.
- 2.2 Velocidad de ondas. Velocidad de fase y grupo.
- 2.3 Guia rectangular.
- 2.4 Guia circular.
- 2.5 Guia coaxial, modos superiores.
- 2.6 Cavidades y resonadores.

**Bloque 2: Ondas en el espacio**

**Tema 3: Ondas planas.**

- 3.1 Ondas planas uniformes en el vacío. (Sólo un pequeño repaso)
- 3.2 Polarización de una onda plana. (Sólo un pequeño repaso)
- 3.3 Ondas planas en medios disipativos.
- 3.4 Condiciones de contorno.
- 3.5 Reflexión en superficies dieléctricas.

**Tema 4 :Radiación.**

- 4.1 Ondas esféricas. Ecuación básica de transmisión. Pérdidas del enlace y despolarización.
- 4.2 Influencia de la tierra, reflexión, difracción, onda de superficie etc.
- 4.3 Influencia de la atmósfera. Refracción. Atenuación debida a gases atmosféricos, vapor de agua, lluvia etc.
- 4.4 Propagación ionosférica. Rotación de Faraday.
- 4.5 Otros tipos de propagación.

**Bloque 3: Antenas.**

**Tema 5: Antenas**

- 5.1 Conceptos básicos de antenas. Parámetros más importantes.
- 5.2 Antenas cortas, dipolo corto y lazo pequeño.
- 5.3 Antenas lineales.
- 5.4 Arrays
- 5.5 Antenas de banda ancha. (2)
- 5.6 Antenas de apertura, bocinas y parábolas. (2)
- 5.7 Diversidad, antenas inteligentes y sistemas MIMO.

**Bloque 4: Prácticas de Laboratorio**

Práctica 0: Aprendizaje y familiarización con programas de simulación de radiofrecuencia.

Práctica 1: Analizador vectorial de redes y parámetros S. Líneas de transmisión

Práctica 2: Antenas. Diseño, simulación y construcción de una antena mediante el método de los momentos y medida de la misma en el laboratorio.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir la adquisición de las competencias propuestas, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

- Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
- Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
- Prácticas de laboratorio.** Se realizarán en grupos y en las aulas de laboratorio. En ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas utilizando para ello analizadores vectoriales de redes.
- Tutorías** se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

### Metodología No presencial: Actividades

El objetivo principal del trabajo no presencial es que el alumno asimile los conceptos teóricos y domine la aplicación de procedimientos, rutinas y metodologías de los diferentes temas de la asignatura, llegando a ser capaz de poner en práctica estos conocimientos, destrezas y habilidades en la resolución de los diferentes problemas planteados.

Las principales actividades no presenciales a realizar serán:

- Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones presenciales.
- Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
- Resolución grupal de problemas y esquemas de los conceptos teóricos.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES			
Clase magistral y presentaciones generales	Prácticas de laboratorio, preparación y trabajo posterior	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Trabajos de carácter práctico individual o de grupo



30.00	4.00	24.00	2.00
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>			
Prácticas de laboratorio, preparación y trabajo posterior	Trabajos de carácter práctico individual o de grupo	Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado
8.00	8.00	56.00	48.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>			

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Prácticas en el laboratorio	Compresión de conceptos. Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. Dominio en la resolución de problemas con ayuda del material de laboratorio adecuado y software específico. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador. Capacidad de trabajo en grupo. Presentación y comunicación escrita.	10
Exámen Final	Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Presentación y comunicación escrita	60
Examen Intersemestral	Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos Presentación y comunicación escrita y en forma de gráficas.	20
Problemas con simuladores de microondas parámetros S. (Práctica 0)	Resolver correctamente el problema propuesto con la ayuda de programas de simulación de radiofrecuencia , se valorarán además soluciones imaginativas o ingeniosas	10

### Calificaciones

#### Convocatoria Ordinaria

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:



- Un 60% de la nota del examen final. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en el examen final. Constará de dos partes, teórica y práctica para hacer media se necesitará al menos 3,5 puntos en cada una de las partes.
- Un 20% el examen intersemestral
- Un 10% de trabajos de laboratorio.
- Un 10% trabajos individuales (práctica 0).

## Convocatoria Extraordinaria

La calificación en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

Un 80% de la nota del examen final extraordinario. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en dicho examen.

Un 10% de trabajos de laboratorio.

Un 10% trabajos individuales (práctica 0).

*Los estudiantes que hayan suspendido la asignatura y obtenido una nota inferior a 3,5 tanto en el laboratorio como en los trabajos individuales serán examinados del mismo en convocatoria extraordinaria.*

## Normas de asistencia

La asistencia a clase es obligatoria, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lectura y estudio de los contenidos teóricos en los apuntes	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos.	Semanalmente	
Entrega de los problemas propuestos.		Semana posterior
Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Después de cada tema	
Entrega de trabajos individuales (práctica 0).	Todo el curso	31 de diciembre



Preparación del Examen Final.	Diciembre	
Elaboración de informes de laboratorio		15 días posteriores a cada práctica

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura colgados en la WEB.

### Bibliografía Complementaria

- Introduction to RF Propagation. John S. Seybold, Ph.D. Ed: John Wiley & Sons, Inc.,
- Electromagnetic Waves and Antennas. Sophocles J. Orfanidis, ECE Department.
- Rutgers University. <http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa>
- Propagation of radio waves. M. Dolukhanov. Moscú 1995.
- Antenna theory. Analysis and design. Constantine A. Balanis.
- Antenna Physics: An introduction. Robert J. Zavrel, W7SX. ARRL.
- Radio System Design for Telecommunications (1-100 GHz). Roger L. Freeman. Ed: John Willey and Sons inc.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)

		Pres	No pres
<b>Líneas de transmisión.</b>			
Ecuaciones de la línea de transmisión		2	4
Impedancia de línea.	1ª semana	2	4
Reflexión.		2	4
Parámetros "S".	2ª semana	1	2
Carta de Smith. Adaptación de impedancias mediante carta de Smith, elementos concentrados y distribuidos.		3	6
Líneas de transmisión mas comunes; coaxial, bifilar, microstrip, stripline.	3ª semana	1	2
Resolución de problemas en clase		2	4
<b>Laboratorio 1ª Práctica</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Ondas planas.</b>			
Ondas planas uniformes en el vacío. (Solo pequeño repaso, ya tratado en asignatura "Campos")		0	0
Polarización de una onda plana. (Solo pequeño repaso, ya tratado en asignatura "Campos")		0	0
Ondas planas en medios disipativos.	4ª semana	2	4
Condiciones de contorno. Reflexiones y cambio de medio.		1	2
Reflexión en superficies dieléctricas.		1	2
Resolución de problemas en clase	5ª semana	1	2
<b>Líneas guiadas.</b>			
Resolución de la ecuación de onda, resolución electromagnética de las ecuaciones de la línea de transmisión. Modos de propagación.		3	6
Velocidad de ondas. Velocidad de fase y grupo.	6ª semana	2	4
Guía rectangular.		1	2
Guía circular.		1	2
Guía coaxial, modos superiores.	7ª semana	1	2
Cavidades y resonadores.		2	4
Resolución de problemas en clase		1	2
<b>Radiación.</b>			
Ondas esféricas. Ecuación básica de transmisión.	8ª semana	2	4
Influencia de la atmósfera. Difracción. Atenuación debida a gases, vapor de agua, lluvia etc.	9ª semana	3	6
Influencia de la tierra, reflexión, difracción, onda de superficie etc.		4	8
Propagación ionosférica	10ª semana	1	2
Otros tipos de propagación		1	2
<b>Antenas.</b>			
Conceptos básicos de antenas. Parámetros más importantes.	11ª semana	3	6
Antenas cortas, dipolo corto y lazo pequeño.		2	4
Antenas lineales.	12ª semana	2	4
Arrays.		2	4
Antenas de banda ancha.	13ª semana	2	4
Antenas de apertura, bocinas y parábolas.		2	4
Diversidad y sistemas MIMO.	14ª semana	1	2
Resolución de problemas en clase temas 4 y 5		2	4
Laboratorio 2ª Práctica	15ª semana	2	6
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>120</b>