



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Sistemas de Comunicación II
Código	DEAC-MIT-526
Título	<a href="#">Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Administración y Dirección de Empresas y Máster Univ. en Ingeniería de Telecomunicación [Quinto Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Máster en Ciberseguridad [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Mást. Univ. en Administración de Empresas [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster Big Data.Tecnología y Anal. Avanzada [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster in Smart Grids [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Wsewolod Warzanskyj García

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Wsewolod Warzanskyj García
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	wwarzanskyj@icai.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Dalmacio López Díaz
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	dldiaz@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura



## Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del Master en Ingeniería de Telecomunicación, esta asignatura pretende aportar la familiarización del alumno con los sistemas de telecomunicaciones radio y radiolocalización más importantes usados hoy en día: los de comunicaciones móviles, por satélite, GNSS, radar, radiodifusión y Wi-Fi.

Al finalizar el curso el alumno ha de ser capaz de:

- Conocer y comprender los aspectos tecnológicos actuales en los sistemas de comunicaciones radio y radiolocalización, incluyendo aspectos de arquitectura de red, espectro, limitaciones y organismos de normalización.
- Conocer los sistemas de comunicaciones radio más utilizados en la actualidad, LTE, GSM (y UMTS), por satélite, GNSS, RADAR y IEEE 802.11

Estar al tanto de la evolución de los sistemas de comunicaciones móviles de 4G a 5G

## Prerequisitos

Conocimientos de Sistemas Digitales, Electrónica y Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones, Electrónica de Comunicaciones y Propagación de Ondas

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CB02</b>	Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de éstos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados
<b>CB05</b>	Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan
<b>CB06</b>	Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento
<b>CG01</b>	Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación
<b>CG02</b>	Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas de telecomunicación, cumpliendo la normativa vigente, asegurando la calidad del servicio
<b>CG05</b>	Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación



	siguiendo criterios de calidad y medioambientales
<b>CG06</b>	Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos
<b>CG08</b>	Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos
<b>CG11</b>	Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

## ESPECÍFICAS

<b>CTT02</b>	Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación
<b>CTT03</b>	Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles
<b>CTT05</b>	Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como, los sistemas radar

## Resultados de Aprendizaje

<b>RA01</b>	Conocer las bases teóricas sobre las que se fundamentan los sistemas de radiocomunicación.
<b>RA02</b>	Comprender en profundidad los sistemas comerciales de radiocomunicación actuales y su posible evolución
<b>RA03</b>	Aplicar el proceso de diseño, planificación e implantación de los sistemas de radiocomunicación
<b>RA04</b>	Desarrollar planes de negocio en el sector de la comunicación y analizar su viabilidad técnica y económica
<b>RA05</b>	Trabajar en grupo, entender cómo se coordina un grupo de trabajo con diseñadores de sistemas, así como la planificación de tareas

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

Profundizar en los aspectos de comunicaciones radio descritos en las clases teóricas.

Cubre los aspectos siguientes:



- Espectro de señales de difusión radio
- Aspectos prácticos y limitaciones del sistema de modulación OFDM
- Aspectos prácticos y limitaciones de los sistemas MIMO
- Nociones de órbitas de satélites de comunicaciones
- Fundamentos de redes de sensores (IoT).

Se presentará un informe por cada práctica realizada en el laboratorio.

## Teoría

### Tema 1: Introducción y conceptos básicos

1. Historia de la radiodifusión.
2. Conceptos básicos de comunicaciones móviles
3. Sistemas de comunicaciones móviles, Wi-Fi, redes de sensores (IoT)

### Tema 2: Sistemas de comunicaciones móviles

- 2.1- GSM-EDGE
- 2.2- 4G (I): Definición y UMTS
- 2.3- 4G (II): LTE
- 2.4- Apéndices: (I) MIMO, (II) Planificación de red, (III) Mención a la seguridad
- 2.5- De 4G a 5G

### Tema 3: Sistemas de difusión terrestre y Wi-Fi

- 3.1- Sistemas de difusión de audio y televisión
- 3.2- Wi-Fi - IEEE 802.11

### Tema 4: Sistemas especiales

- 4.1 - Enlaces radio con satélites (I y II)
- 4.2 - Televisión por satélite: DVB-S(2)
- 4.3 - Introducción al RADAR
- 4.4- GPS y otros sistemas de radiolocalización y radionavegación

## Laboratorio

Profundizar en los aspectos de comunicaciones radio descritos en las clases teóricas.

Cubre los aspectos siguientes:

- Espectro de señales de difusión radio



- Aspectos prácticos y limitaciones del sistema de modulación OFDM
- Aspectos prácticos y limitaciones de los sistemas MIMO
- Nociones de órbitas de satélites de comunicaciones
- Principios de geolocalización por satélite
- Fundamentos de redes de sensores (IoT).

Se presentará un informe por cada práctica realizada en el laboratorio.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

**Clase magistral y presentaciones generales.** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes

**Resolución en clase de problemas prácticos.** Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa

**Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio

#### Metodología No presencial: Actividades

Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno

Trabajo de carácter práctico grupal

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos	Trabajo de carácter práctico grupal
30.00	16.00	14.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Estudio y resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno	Trabajo de carácter práctico grupal	
40.00	80.00	
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		



## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<p><b>Teoría:</b></p> <p>Examen Final (45%)</p> <p>Examen Intersemestral (10%)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul> <p>Presentación y comunicación escrita.</p>	55
<p><b>Teoría:</b> trabajo de investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfoque a aspectos de capa física</li><li>• Identificación de los elementos de información principales del trabajo</li><li>• Desglose del trabajo entre los diferentes elementos en función de la importancia relativa de cada elemento</li><li>• Calidad narrativa y enfoque didáctico</li><li>• Identificación de bibliografía</li></ul>	25
<p><b>Laboratorio.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realización de prácticas.</li><li>• Examen de laboratorio (opcional).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul>	20

### Calificaciones

#### Criterios de calificación

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

- Teoría y trabajo de investigación. Un 80% de la calificación, desglosada en nota del examen final, 45%, nota de ejercicios parciales, 10%, y presentación escrita y oral de un trabajo de investigación, 25%.
- Laboratorio. Un 20% de la calificación. Incluye realización de prácticas completas, presentación de informes específicos de resultados de prácticas y, si el profesor lo juzga conveniente, evaluación individual y en grupo de trabajo.



Para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria las notas del examen final y laboratorio han de ser mayores o iguales que 5.

### **Convocatoria Extraordinaria**

Los criterios de calificación son los mismos que en la convocatoria ordinaria, de la que se guardan las notas hasta que sean reemplazadas, en su caso, por los resultados de la convocatoria extraordinaria.

- Examen final: se repite en el caso de que en convocatoria ordinaria la nota haya sido inferior a 5.
- Recuperación de prácticas: en el caso de que la nota del laboratorio haya sido inferior a 5, el alumno entregará, después del examen final en convocatoria ordinaria y antes de la fecha del examen final en convocatoria extraordinaria, nuevos informes de las prácticas que el propio alumno escoja de entre las que tiene suspendidas.
- Recuperación de trabajo de investigación: en el caso de que el alumno tenga que acudir a la convocatoria extraordinaria, ya sea al examen final o a recuperación de prácticas, y tenga menos de 5 en el trabajo de investigación, de manera voluntaria podrá entregar una segunda versión del trabajo de investigación después del examen final en convocatoria ordinaria y antes de la fecha del examen final en convocatoria extraordinaria.

### **Criterios 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**

<b>Actividades</b>	<b>Fecha de realización</b>	<b>Fecha de entrega</b>
Pruebas de evaluación del rendimiento		
Examen final	Periodo de exámenes ordinarios	
Prácticas de laboratorio		
Lectura y estudio de los contenidos teóricos	Después de cada clase	



Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
Entrega de los problemas propuestas		Se indicará en clase
Preparación de exámenes	Marzo y mayo	
Elaboración de los informes de laboratorio	Semana siguiente a la resolución de la práctica	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura en Moodle

### Bibliografía Complementaria

- Stefania Sesia et al, "LTE, the UMTS long term evolution, from theory to practice", Ed. Wiley (e-book)
- ETSI Standards, <http://www.etsi.org/>
  - <http://www.etsi.org/> : página Web principal
  - <http://www.etsi.org/standards-search#page> : especificaciones, con herramienta de búsqueda
- 3GPP standards
  - <http://www.3gpp.org/>
  - <http://www.3gpp.org/specifications/79-specification-numbering>
  - <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/>
- U.S. Government, "Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics", <http://www.gps.gov/technical/icwg/>
- European Space Agencia, ESA, navipedia, [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Main\\_Page](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Main_Page)
- "ITU-T recommendations", <http://www.itu.int/pub/R-REC/en>
- José María Hernando Rábanos, "Comunicaciones Móviles", Ed. Centro de estudios Ramón Areces

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)

Actividades presenciales									
Semana	h/s	Clase Teoría/Problemas		Laboratorio			Evaluación		
		Tema	Horas		Núm.	Horas		Definición	Horas
1	4	Presentación	1	Práctica	1	2			
		Tema 1	1						
2	4	Tema 1	1	Práctica	2(1)	2			
		Tema 2	1						
3	4	Tema 2	2	Práctica	2(2)	2			
4	4	Tema 2	4						
5	4	Tema 2	4						
6	4	Tema 2	1	Práctica	4	2	Evaluación	Informal	1
7	4	Tema 4	2	Práctica	3(1)	2			
8	4						Evaluación	Intersem.	4
9	4	Tema 4	2	Práctica	3(2)	2			
10	4	Tema 4	2	Práctica	5	2			
11	4	Tema 4	4						
12	4	Tema 4	4						
13	4	Tema 3	2	Práctica	6	2			
14	4	Tema 3	4						
15		Tema 3	4						
16									
	56	Total horas		39	16		5		
60									

Tema	Horas
Presentación	1
1	2
2	12
3	10
4	14
Laboratorio	16
Trabajo	0
Evaluaciones	5
<b>Total</b>	<b>60</b>

Actividades no presenciales	
Tarea	Horas
Estudio y resolución de problemas	52
Preparación de prácticas	14
Realización informe de prácticas (en equipo)	26
Realización de trabajo de investigación (en equipo)	28
<b>Total</b>	<b>120</b>