



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000055 - Redes Y Servicios Radio**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000055 - Redes y Servicios Radio
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Pedro Reviriego Vasallo (Coordinador/a)	B-209	pedro.reviriego@upm.es	L - 16:00 - 18:00
Javier Conde Diaz	B-323	javier.conde.diaz@upm.es	X - 16:00 - 18:00
Alvaro Alonso Gonzalez	B-202	alvaro.alonso@upm.es	M - 12:00 - 14:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Arriaga Prieto, Carlos	carlos.arriaga.prieto@upm.es	Alonso Gonzalez, Alvaro

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Redes Y Servicios De Telecomunicacion
- Redes De Ordenadores
- Redes De Comunicaciones Moviles
- Fundamentos De Los Sistemas Telematicos
- Teoria De La Comunicacion

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Inglés a nivel de comprensión técnica: lectura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE-TL2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, tales como sistemas de gestión, señalización y conmutación, encaminamiento y enrutamiento, seguridad (protocolos criptográficos, tunelado, cortafuegos, mecanismos de cobro, de autenticación y de protección de contenidos), ingeniería de tráfico (teoría de grafos, teoría de colas y teletráfico) tarificación y fiabilidad y calidad de servicio, tanto en entornos fijos, móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía y datos

CE-TL4 - Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes

CE-TL5 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las

redes y servicios telemáticos

CE-TL6 - Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA91 - Capacidad de seguimiento de la innovación tecnológica de los sistemas de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

RA83 - Capacidad de diseñar, desplegar y gestionar arquitecturas de redes y servicios telemáticos, en redes de acceso, troncales y privadas, tanto en entornos fijos como móviles, utilizando herramientas de análisis y dimensionado de red.

RA84 - Capacidad para aplicar técnicas de calidad de servicio (QoS) e ingeniería de tráfico (MPLS,..) para adecuar los requisitos de los diferentes flujos de tráfico a las prestaciones proporcionadas por la red.

RA88 - Capacidad de especificar, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de protocolos, tanto del núcleo de la red como extremo a extremo.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura presenta de forma integrada las técnicas básicas de las redes radio, tales como técnicas de acceso múltiple y control del enlace.

El alumno conocerá las características y capacidades de las redes de datos radio más significativas (redes locales, personales, para el Internet de las Cosas, celulares hasta 5G y vía satélite).

La asignatura describe la integración de las redes radio con otras redes y caracteriza el impacto de las redes radio en la calidad de servicio extremo a extremo para que el alumno sea capaz de hacer un dimensionamiento de redes y de servicios radio.

Las clases magistrales se complementan con la resolución de ejercicios y actividades prácticas/laboratorios.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Técnicas básicas en redes radio.
  - 1.1. Introducción a las redes radio, su ámbito y evolución.
  - 1.2. Técnicas de Acceso Múltiple (MAC): Acceso Aleatorio (RA). MF-TDMA, CDMA, OFDMA.
  - 1.3. Optimización del enlace Radio: Fundamentos de Técnicas de Control del Enlace (LLC). HARQ. MIMO.
2. Redes locales Inalámbricas (WLAN)
  - 2.1. Evolución y tecnología de las redes locales inalámbricas. WiFi. El medio radio. Acceso y capacidad.
  - 2.2. Movilidad, calidad de servicio y seguridad. Dimensionamiento y prestaciones.
3. Redes personales inalámbricas (WPAN)
  - 3.1. Evolución y tecnología de las redes personales inalámbricas. Bluetooth.
  - 3.2. Dimensionamiento, prestaciones y aplicaciones.
4. Redes radio para el Internet de las Cosas (IoT)
  - 4.1. Requisitos y alternativas inalámbricas para el Internet de las Cosas.
  - 4.2. Bluetooth low energy

## 5. Redes de Acceso Radio Terrestre

5.1. Evolución del acceso radio terrestre: 3GPP. Planificación de recursos radio.

5.2. Accesos de 4ª y 5ª Generación: Recursos radio y capacidad. Portadores Radio LTE. MAC, RLC y RRC

## 6. Redes de Acceso por satélite

6.1. Arquitecturas y Servicios de redes por satélite

6.2. Redes de datos basadas en constelaciones LEO

## 7. Nivel de transporte en redes radio

7.1. Problemática del nivel de transporte en redes radio

7.2. TCP y QUIC en redes radio

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1: Apartados 1.1 y 1.2</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1: Apartado 1.2 y 1.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 2: Apartado 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Tema 2: Apartados 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Tema 3: Apartados 3.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Tema 3: Apartados 3.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



7	<p><b>Tema 4: Apartados 4.1 y 4.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Tema 5: Apartados 5.1 y 5.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 5: Apartado 5.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prueba de Seguimiento 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
10	<p><b>Tema 6: Apartado 6.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6: Apartado 6.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 6: Apartados 6.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 7: Apartados 7.1 y 7.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Presentación Prácticas: Enunciados y Objetivos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica del Tema 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14		<p><b>Prácticas de Tema 4 y 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Práctica de Tema 5</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

15				
16				
17				<b>Prueba de seguimiento 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30  <b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Prueba de Seguimiento 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	0 / 10	CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG2 CG3 CG5
17	Prueba de seguimiento 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	2.5 / 10	CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG2 CG3 CG5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG2 CG3 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG2 CG3 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación progresiva y realizarán las dos pruebas de seguimiento. La segunda prueba de seguimiento se realizará junto con un examen final en el que los alumnos podrán evaluarse de toda la asignatura.

La calificación de la asignatura mediante evaluación progresiva se realizará de acuerdo con las siguientes normas y criterios:

- Es obligatoria la asistencia del estudiante a todas las pruebas de seguimiento.
- Durante las clases presenciales se propondrán a los alumnos pequeñas pruebas sobre conceptos, sobre resolución de ejercicios o sobre las prácticas/laboratorios. La resolución de estas pruebas, junto a otras participaciones del alumno en actividades presenciales, serán calificadas por el profesorado como una mejora de hasta 1 punto sobre 10 de la nota final de la asignatura. Para aplicar esta mejora es condición necesaria el haber obtenido al menos un 4 sobre 10 al sumar las dos pruebas de seguimiento.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Next Generation Wireless LANs. 2nd ed. E. Perahia, R. Stacey. Cambridge University Press. 2013.	Bibliografía	
IEEE Std. 802.11-2016. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.	Bibliografía	
WCDMA for UMTS: HSPA Evolution and LTE, 5th Edition. Harri Holma; Antti Toskala. 2010	Bibliografía	
4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, 2nd Edition, Erik Dahlman; Stefan Parkvall; Johan Skold, Academic Press, October 7, 2013	Bibliografía	
Key Technologies for 5G Wireless Systems. By: Vincent W. S. Wong; Robert Schober; ....., 2017	Bibliografía	
Satellite Communication Systems. Systems, Techniques and Technology. 5th Ed. G. Maral, M. Bousquet. 2009. Chapter: Satellite Networks.	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura es de carácter técnico en TIC y se relaciona con el ODS9. "Industria, innovación e infraestructuras", y por sus contenidos orientados a la formación en los fundamentos y principios de la comunicación de datos, con el ODS4. "Educación", en concreto con los subobjetivos:

- ODS9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- ODS9.c Aumentar el acceso a las TIC y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet.
- ODS4.4 Aumentar el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.
- ODS17.6 Mejorar la cooperación en materia de ciencia, tecnología e innovación y su acceso, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas.

Algunos ejercicios se planteará como contribuir a los ODS, en particular y principalmente al objetivo número 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

Y por su carácter básico se mostrará como algunas herramientas matemáticas se emplean para el modelo de sistemas potenciando su resiliencia y calidad del servicio, y el acceso universal y asequible a las redes públicas de comunicaciones fijas y móviles, e Internet.