



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 Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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

## 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>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio F. Martinez Mas (Coordinador/a)	B-209	antonio.martinez.mas@upm.es	Sin horario. Concertar tutoría mediante correo electrónico.
Carlos Miguel Nieto	B-211	carlos.miguel@upm.es	Sin horario. Concertar tutoría mediante correo electrónico.

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

## 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 (E-to-E QoS) para que el alumno sea capaz de hacer un dimensionamiento de redes y de servicios radio.

### 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. 1.2 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.

#### 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. Técnicas de acceso por satélite

### 6.3. Redes de datos basadas en DVB-S2 y DVB-RCS(2)

## 7. Multicast y QoS Extremo a Extremo

### 7.1. Multicast IP en redes radio

### 7.2. Delay/Disruption Tolerant networking (DTN)

### 7.3. Calidad de Servicio E-to-E: Impacto de las redes radio en la E-to-E QoS. TCP en redes radio.

## 8. Servicios Radio: Servicios en redes radio (Location-based services, MobileTV....) y su integración en arquitecturas abiertas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	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: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios del Tema</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
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: Apartado 4.1</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>			
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 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 y 6.3</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>			
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>Tema 7: Apartados 7.2 y 7.3</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>			
14	<p><b>Tema 8</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>			

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

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

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%	/ 10	CG3 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5 CE-TL4 CE-TL5
17	Prueba de seguimiento 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	2.5 / 10	CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5 CG3 CE-TL4 CE-TL5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

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-TL4 CE-TL5 CG3 CE-TL2 CE-TL6 CG2 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-TL4 CE-TL5 CG3 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo una prueba final podrá renunciar a la evaluación continua, firmando la renuncia durante la realización de la última prueba de evaluación.

La calificación de la asignatura mediante evaluación continua 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 o sobre resolución de ejercicios. La resolución de estas pruebas, junto a otras participaciones del alumno en actividades presenciales, serán calificadas por el profesorado con hasta 2 puntos sobre 10 de la nota final de la asignatura. Esta calificación puede sustituir, si supone una mejora, la evaluación obtenida en uno cualquiera de los ejercicios propuestos en la primera o segunda prueba de seguimiento de la asignatura. Para aplicar esta sustitución es condición necesaria el haber obtenido al menos un 40% de la nota máxima en la prueba de seguimiento correspondiente.

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.

En todas las "actividades de evaluación" presenciales en que no se indiquen otras condiciones, los alumnos

podrán utilizar cualquier material docente del que dispongan **excepto dispositivos con capacidad de establecer comunicaciones.**

## 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	