



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

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

**93000793 - Tecnologías de acceso radio**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario En Ingenieria De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la asignatura</b>     | 93000793 - Tecnologías de acceso radio                          |
| <b>No de créditos</b>              | 3 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                    | Obligatoria   |
| <b>Curso</b>                       | Primer curso  |
| <b>Semestre</b>                    | Primer semestre   |
| <b>Período de impartición</b>      | Septiembre-Enero  |
| <b>Idioma de impartición</b>       | Inglés/Castellano   |
| <b>Titulación</b>                  | 09AQ - Master universitario en ingeniería de telecomunicacion   |
| <b>Centro en el que se imparte</b> | 09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion |
| <b>Curso académico</b>             | 2018-19   |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                              | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías *</b>   |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Luis Mendo Tomas                           | C-425           | luis.mendo@upm.es         | Sin horario.<br>Concertar cita por correo electrónico.<br>Appointment arranged by email. |
| Jose Manuel Riera Salis<br>(Coordinador/a) | C-430           | jm.riera@upm.es           | Sin horario.<br>Concertar cita por correo electrónico.<br>Appointment arranged by email. |

---

\* 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     |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Pimienta Del Valle, Domingo | domingo.pimienta@upm.es | Riera Salis, Jose Manuel |

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CE1 - Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

CE2 - Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.

CE4 - Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.

CE6 - Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

CG1 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CG5 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA119 - Conocimiento de técnicas avanzadas utilizadas en las Tecnologías de Acceso Radio

RA117 - Conocer los aspectos básicos de los sistemas y servicios de radiocomunicaciones, su marco regulatorio y estándares técnicos de referencia.

RA121 - Conocer las tecnologías inalámbricas más relevantes de área local, metropolitana y regional, incluyendo los estándares técnicos relevantes y las propuestas más recientes basadas en la radio cognitiva.

RA118 - Capacidad de describir un enlace radioeléctrico con arreglo a los parámetros técnicos más relevantes de transmisor y receptor, y de la caracterización de la propagación.

RA120 - Conocer los aspectos básicos de las tecnologías utilizadas en los sistemas de comunicaciones móviles

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

ESPAÑOL: En esta asignatura se proporciona al alumno una formación en las Tecnologías de Acceso Radio, tanto las de comunicaciones móviles como las inalámbricas. La impartición se basa de forma muy importante en la realización de cuatro prácticas de laboratorio que cubren diversos aspectos de la comunicación radio y los sistemas. Además de esas prácticas, se estudian aspectos como la regulación y las propuestas de nuevos sistemas basados en el uso de radio cognitiva.

Se presenta a continuación la lista detallada de temas y prácticas de laboratorio. En el capítulo 2, los alumnos con conocimientos previos de LTE pueden opcionalmente sustituir la práctica 1 por la 1bis.

ENGLISH: The students are instructed on Radio Access Technologies, including both mobile and wireless communications. A large part of the instruction is based on four laboratory practices related to different aspects of radio communications and systems. Besides, some other aspects such as the regulation and the proposals of new systems based on the use of cognitive radio are included in the subject.

A list of chapters and laboratory practices follows. In chapter 2, the students with previous knowledge about LTE can optionally replace practice 1 by practice 1bis.

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. Introducción a las tecnologías de acceso radio. Regulación. Chapter 1. Introduction to Radio Access Technologies. Regulation.

2. Tema 2. Revisión de conceptos básicos de radiocomunicaciones. Chapter 2. A review of basic concepts of radiocommunications.

2.1. Práctica 1. Planificación de sistemas de radiocomunicaciones. Practice 1. Radio planning of communication systems.

2.2. Práctica 1bis. Análisis de la interfaz radio LTE. Practice 1bis. Analysis of the LTE radio interface.

3. Tema 3. Caracterización del canal multitrayecto en comunicaciones móviles. Chapter 3. Multipath channel characterization for mobile communications.

3.1. Práctica 2. Simulación del canal multitrayecto. Practice 2. Simulation of a multipath channel.

4. Tema 4. Características básicas de los sistemas de comunicaciones móviles 2G y 3G. Chapter 4. Basic characteristics of Mobile Communications Systems 2G and 3G.

4.1. Práctica 3. Medida de terminales GPRS/UMTS/HSDPA. Practice 3. Measurements of GPRS/UMTS/HSDPA terminals.

5. Tema 5. Redes inalámbricas de área local. Tecnología Wi-Fi. Chapter 5. Wireless local area networks. Wi-Fi technology.

5.1. Práctica 4. Medida de redes Wi-Fi. Practice 4. Measurements of Wi-Fi networks.

6. Tema 6. Redes inalámbricas de área metropolitana y regional. Radio cognitiva. Chapter 6. Metropolitan and regional area networks. Cognitive radio.

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad presencial en aula   | Actividad presencial en laboratorio  | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación  |
|-----|--|--|---------------------------|--|
| 1   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                 |  |                           |  |
| 2   | <b>Introducción al tema 2</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |                           |  |
| 3   | <b>Introducción al tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |                           |  |
| 4   | <b>Introducción al tema 4</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |                           |  |
| 5   | <b>Introducción al tema 5</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |                           |  |
| 6   | <b>Tema 6</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                 |  |                           |  |
| 7   |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo A</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 8   |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo B</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Elaboración de la memoria de la primera práctica</b><br>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br>Evaluación continua<br>Duración: 02:00 |
| 9   |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo A</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 10  |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo B</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Elaboración de la memoria de la segunda práctica</b><br>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br>Evaluación continua<br>Duración: 02:00 |
| 11  |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo A</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 12  |  | <b>Prácticas de laboratorio. Grupo B</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Elaboración de la memoria de la tercera práctica</b><br>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br>Evaluación continua<br>Duración: 02:00 |

|    |  |   |  |  |
|----|--|---|--|--|
| 13 |  | Prácticas de laboratorio. Grupo A<br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |  |
| 14 |  | Prácticas de laboratorio. Grupo B<br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  | Elaboración de la memoria de la cuarta práctica<br>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br>Evaluación continua<br>Duración: 02:00   |
| 15 |  |   |  |  |
| 16 |  |   |  |  |
| 17 |  |   |  | Examen final<br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua y sólo prueba final<br>Duración: 02:00<br><br>Elaboración de las memorias de las cuatro prácticas<br>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br>Evaluación sólo prueba final<br>Duración: 08:00 |

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.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción                                      | Modalidad                             | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                               |
|------|--|---------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 8    | Elaboración de la memoria de la primera práctica | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 02:00    | 7.5%            | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |
| 10   | Elaboración de la memoria de la segunda práctica | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 02:00    | 7.5%            | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |
| 12   | Elaboración de la memoria de la tercera práctica | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 02:00    | 7.5%            | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |
| 14   | Elaboración de la memoria de la cuarta práctica  | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 02:00    | 7.5%            | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |
| 17   | Examen final                                     | EX: Técnica del tipo Examen Escrito   | Presencial    | 02:00    | 70%             | 4 / 10      | CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CE4                      |

#### 6.1.2. 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    | 02:00    | 70%             | 4 / 10      | CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CE4                      |
| 17  | Elaboración de las memorias de las cuatro prácticas | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 08:00    | 30%             | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción   | Modalidad                             | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                               |
|---|---------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Elaboración de las memorias de las cuatro prácticas | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 08:00    | 30%             | 4 / 10      | CT4<br>CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CG5<br>CT5<br>CE4 |
| Examen final  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito   | Presencial    | 02:00    | 70%             | 4 / 10      | CE6<br>CE1<br>CE2<br>CG1<br>CE4                      |

## 6.2. Criterios de evaluación

ESPAÑOL: Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá completar en el Moodle de la asignatura la tarea titulada "Renuncia a la evaluación continua" antes de terminar la semana 6 del semestre (la fecha concreta se anunciará en el Moodle). 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.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

Para aprobar la asignatura en la modalidad de evaluación continua es obligatorio realizar las prácticas, y entregar las correspondientes memorias de prácticas. Las notas de prácticas se conservan para el curso siguiente en caso de suspender la asignatura, no siendo necesario realizarlas de nuevo. En esta modalidad, solo disponible en la convocatoria ordinaria, la nota final de la asignatura se calcula en base a dos componentes:

70% de la nota del examen final, que se realizará en la fecha oficial de la convocatoria, siendo necesario tener una nota mínima de 4,0 en el examen.

30% de la media de las notas de los cuatro memorias de las prácticas de laboratorio, a realizar en grupo. Es necesario tener una nota mínima de 4,0 en la MEDIA de las notas de las prácticas. La no realización de una práctica supone que en esa memoria se tiene un 0.

En la modalidad de Evaluación sólo por Prueba Final, convocatoria ordinaria o extraordinaria, la nota final de la asignatura se calcula en base a dos componentes:

70% de la nota del examen final, que se realizará en la fecha oficial de la convocatoria, siendo necesario tener una nota mínima de 4,0 en el examen.

30% de la media de las notas de los cuatro memorias de las prácticas de laboratorio, a realizar en grupo. Es necesario tener una nota mínima de 4,0 en la MEDIA de las notas de las prácticas. La no realización de una práctica supone que en esa memoria se tiene un 0. En este caso el plazo de entrega de las memorias de prácticas concluye el mismo día del examen final fijado por Jefatura de Estudios para las convocatorias ordinaria y extraordinaria.

ENGLISH: Students will be qualified through continuous evaluation by default. According to the Normativa de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad Politécnica de Madrid, students willing to renounce to continuous evaluation must complete the Moodle task entitled "Renounce to continuous evaluation" before the end of the 6th week of the semester (deadline will be announced in Moodle).

Evaluation will assess if students have acquired all the competences of the subject. Thus, evaluation through final assessment will be carried out considering all the evaluation techniques used in continuous evaluation (EX, ET, TG, etc.), and will be celebrated in the exam period approved by Junta de Escuela for the current academic semester and year. Evaluation activities that assess learning outcomes that cannot be evaluated through a single exam can be carried out along the semester.

Extraordinary examination will be carried out exclusively by the final assessment method.

It is compulsory to carry out the laboratory practices and to deliver the corresponding reports to succeed in the continuous evaluation procedure. The marks obtained in the practices are transferred to the following academic year for the students that fail, so they do not need to carry out the practices again. In this procedure, only available in the ordinary evaluation term, the final mark of the subject is calculated from two components:

70% of the mark obtained in the final exam, carried out in the date officially published, provided that this mark exceeds a minimum of 4.0.

30% of the average of the marks obtained in each of the four practice reports, that must be written by the 2-3 students that carry out the practice together. A minimum value of 4.0 is required in the AVERAGE of the four marks. Students failing to attend one of the practices will have a mark of 0 in it.

In the final assessment procedure, used either in the ordinary or in the extraordinary terms, the final mark of the subject is calculated from two components:

70% of the mark obtained in the final exam, carried out in the date officially published, provided that this mark exceeds a minimum of 4.0.

30% of the average of the marks obtained in each of the four practice reports, that must be written by the 2-3 students that carry out the practice together. A minimum value of 4.0 is required in the AVERAGE of the four marks. Students failing to attend one of the practices will have a mark of 0 in it. The deadline to deliver the reports is the date of the final exam, published by Jefatura de Estudios for the ordinary and the extraordinary terms.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre  | Tipo         | Observaciones  |
|---|--------------|--|
| Moodle-UPM  | Recursos web | Documentación suministrada a los alumnos a través de la plataforma Moodle de la UPM: <a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a> |
| Acceso a la herramienta de planificación Xirio-online | Recursos web | Acceso a la herramienta de planificación de radiocomunicaciones Xirio-online, para la realización de una práctica.   |
| Laboratorio de Radiocomunicaciones                    | Equipamiento | Equipamiento de laboratorio de radiocomunicaciones disponible para la realización de las prácticas.  |
| Transmisión por radio                                 | Bibliografía | J.M. Hernando, J.M. Riera, L. Mendo, "Transmisión por radio", Editorial Ramón Areces, 7ª Edición, 2013.  |
| Comunicaciones Móviles                                | Bibliografía | J.M.Hernando, L.Mendo, J.M. Riera, "Comunicaciones Móviles", 3ª ed., Ed. Univ. Ramón Areces, 2015  |
| Estándares IEEE                                       | Bibliografía | Estándares técnicos de IEEE, en particular los de la familia 802.  |
| Recomendaciones UIT-R                                 | Bibliografía | Recomendaciones del UIT-R, disponibles a través de su sitio web de forma gratuita.   |
| IEEE 802.11 Handbook                                  | Bibliografía | B. O'Hara, A. Petrick, "IEEE 802.11 Handbook", IEEE Press, 2005.   |
| Next generation WLAN                                  | Bibliografía | E. Perahia, R. Stacey, "Next Generation Wireless LANs", Cambridge University Press, 2008.  |
| WiMAX Technology                                      | Bibliografía | L. Nuaymi, "WiMAX Technology for Broadband Wireless Access", Wiley, 2007.  |

|                 |              |   |
|-----------------|--------------|---|
| WiMAX Evolution | Bibliografía | M. D. Katz, F.H. Fitzek, "WiMAX Evolution. Emerging Technologies and Applications", Wiley, 2009.                |
| Cognitive Radio | Bibliografía | A. M. Wyglinski, M. Nekovee, and Y.T Hou, (ed.), "Cognitive Radio Communications and Networks", Elsevier, 2010. |

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se impartirá en español en un grupo y en inglés en otro, de acuerdo con el horario establecido por Jefatura de Estudios.

Las prácticas se realizarán en semanas alternas. Cada grupo asistirá al laboratorio en una sesión de 3 horas cada dos semanas. Se habilitarán turnos de prácticas suficientes de acuerdo con el número de alumnos matriculados. Algunos de estos grupos coincidirán con el horario de clase, añadiendo una hora más al final. Si fuera necesario por el número de alumnos, se habilitaría un turno adicional de laboratorio en horario de mañana.