



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

93000793 - Tecnologías De Acceso Radio

PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario En Ingenieria De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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

Nombre de la asignatura	93000793 - Tecnologías de Acceso Radio
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre Segundo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

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

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

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 procesado 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.

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

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.

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 la estandarización de algunas tecnologías.

Se presenta a continuación la lista detallada de temas y prácticas de laboratorio. En este semestre la asignatura será impartida en modalidad mixta, en parte presencial y en parte por tele-enseñanza, en función de cómo evolucionen las condiciones sanitarias.

A lo largo del curso se podrán ofrecer a los alumnos la participación en otras actividades de carácter voluntario, que pueden ser de carácter adicional o sustitutivo. Por ejemplo, si se puede ofrecer una práctica nueva de laboratorio, ésta sustituiría a una de las actuales.

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 standardization of new technologies are included in the subject.

A list of chapters and laboratory practices follows. In this semester the subject will be taught combining face-to-face and online activities, conditioned to the evolution of the health situation.

During the semester, the students may be offered to participate in other voluntary activities, that may be additional or substitutive. For example, if a new laboratory practice is offered, it will substitute one of the current ones.

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.
3. Tema 3. Caracterización del canal multirrayecto en comunicaciones móviles. Chapter 3. Multipath channel characterization for mobile communications.
 - 3.1. Práctica 2. Simulación del canal multirrayecto. Practice 2. Simulation of a multipath channel.
4. Tema 4. Características básicas de los sistemas de comunicaciones móviles. Chapter 4. Basic characteristics of mobile communications systems.
 - 4.1. Práctica 3. Medida de terminales móviles. Practice 3. Measurements of mobile 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	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7		Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
8		Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Elaboración de la memoria de la primera práctica TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
9		Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
10		Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Elaboración de la memoria de la segunda práctica TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
11		Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	

12		Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Elaboración de la memoria de la tercera práctica TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
13		Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo A Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
14		Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Prácticas de laboratorio. Grupo B Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Elaboración de la memoria de la cuarta práctica TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 Elaboración de las memorias de las cuatro prácticas TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 08:00

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.

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	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 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	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 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	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 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	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 CE4
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	4 / 10	CE6 CE1 CE2 CG1 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 CE1 CE2 CG1 CE4
17	Elaboración de las memorias de las cuatro prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	30%	4 / 10	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 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	CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 CE4
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	4 / 10	CE6 CE1 CE2 CG1 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.

Si a lo largo del semestre se ofrece alguna actividad voluntaria de tipo adicional, la participación en ella podrá bonificarse con una pequeña mejora en la nota de prácticas.

ENGLISH: The 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.

If an additional voluntary activity is offered during the semester, the participation in it could be rewarded with a slight improvement in the practice mark.

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: http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales
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

ESPAÑOL

La asignatura se impartirá en español en un grupo y en inglés en otro.

Las prácticas se realizarán en semanas alternas. Cada grupo realizará una práctica de laboratorio en una sesión de 3 horas cada dos semanas. Se habilitarán turnos de prácticas suficientes de acuerdo con el número de alumnos matriculados.

El trabajo conjunto de los alumnos en grupos de prácticas deberá respetar los criterios de protección sanitaria que establezca la universidad, en particular sobre el uso de mascarillas y otros elementos de protección individual en su caso. Se recomienda el uso de herramientas de trabajo colaborativo para trabajar en remoto (Teams, Skype y otros).

La comunicación entre profesores y alumnos se establecerá preferentemente por las siguientes vías:

- Moodle para la distribución de material docente, entregas de memorias de prácticas y publicación de calificaciones intermedias
- Actividades síncronas de tele-enseñanza: Preferentemente se usarán chats de Moodle y sesiones de Teams o Zoom para una comunicación con respuesta inmediata dentro de los horarios que se establezcan con antelación. Ejemplos de estas actividades pueden ser la impartición de algunas clases o sesiones de prácticas en remoto y tutorías acordadas previamente con los alumnos.
- Actividades asíncronas: Foros de Moodle y correo electrónico. En general se responderá en menos de 24 horas en días laborables.

La asignatura se relaciona con el ODS 9 de Naciones Unidas "Industria, Innovación e Infraestructuras". Las Tecnologías de Acceso Radio permiten "Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano..." tal como prevé el subobjetivo 9.1. Estas infraestructuras permitirán el acceso de la población en general y de los agentes económicas en particular a las posibilidades de desarrollo que ofrecen las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, inicialmente con un coste de implantación y un impacto ambiental menores que otras opciones tecnológicas.

ENGLISH

The course will be taught in Spanish in one of the groups and in English in the other one.

The laboratory practices will be carried out in alternate weeks. Each group will develop a laboratory practice in a session of 3-hour duration every two weeks. Enough practice groups will be organized in accordance with the number of students enrolled in the course.

The joint work of students in practice teams must respect the health self-protection rules stated by the university, in particular regarding the use of face masks and other protection elements if needed. The use of collaborative work tools (Teams, Skype and others) is highly recommended to work on remote.

The communication between professors and students will be preferably held using the following tools:

- Moodle for the distribution of teaching material, the delivery of practice reports by the students and the publication of intermediate marks.

- Synchronous activities: Moodle chats and Teams or Zoom sessions will be preferably used for an immediate answer within the schedules previously agreed. Examples of these activities are online lectures or laboratory sessions and previously-arranged schedules for individual attention to the students.

- Asynchronous activities: Moodle fora and email. In general both will be answered in less than 24 h in labour days.

The subject is related to the SDG 9 of United Nations "Industry, Innovation, and Infrastructure". Radio Access Technologies are key to "Develop quality, reliable, sustainable and resilient infrastructure, including regional and transborder infrastructure, to support economic development and human well-being... " as specified in Target 9.1. These infrastructures will allow the general population and the economical agents accessing the development possibilities granted by the Information and Communications Technologies, initially with lower deployment costs and environmental impacts than other technological options.