



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

2023/24 - 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 |
| 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 | 2023-24 |

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 presencial.

A lo largo del curso se podrá ofrecer a los alumnos la participación en otras actividades voluntarias de carácter opcional, que pueden suponer un pequeño incremento en la nota.

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 face-to-face.

During the semester, the students may be offered to participate in some additional voluntary activities, that may have a small plus assigned for their mark,

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 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 4G. Chapter 4. Basic characteristics of 4G mobile communications systems.

4.1. Práctica 3. Medida de terminales LTE. Practice 3. Measurements of LTE 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. Tecnologías y sistemas 5G. Chapter 6. 5G technologies and systems.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad en aula | Actividad en laboratorio | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|--|----------------|---|
| 1 | Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 2 | Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 3 | Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 4 | Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 5 | Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | 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 | | |
| 8 | | 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 | | |
| 10 | | 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 | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| 12 | | 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 | | |
| 14 | | 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 (progresiva)

| 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% | / 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% | / 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% | / 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% | / 10 | CE6 CE1 CT4 CE2 CG1 CG5 CT5 CE4 |
| 17 | Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 70% | 4 / 10 | CE1 CE2 CG1 CE6 CE4 |

6.1.2. 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 | 02:00 | 70% | 4 / 10 | CE1 CE2 CG1 CE6 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 progresiva. La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación global usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación progresiva, y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre,.

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

Las prácticas de laboratorio utilizan los equipamientos y herramientas informáticas disponibles en el Laboratorio docente del Departamento. Son actividades obligatorias y no recuperables fuera del periodo docente. Los alumno deben asistir al laboratorio en los turnos establecidos. En casos justificados se ofrecerá al alumno la posibilidad de realizar la práctica en horario diferente al inicialmente establecido, pero siempre dentro del periodo docente.

Para aprobar la asignatura en la modalidad de evaluación progresiva y en la modalidad de evaluación global es obligatorio realizar las prácticas, y entregar las correspondientes memorias de prácticas. La nota final de la asignatura se calcula en ambos casos de la misma manera:

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, siendo necesario tener una nota mínima de 4,0 en la MEDIA de las cuatro prácticas. La no realización de alguna práctica supone que en su calificación se tiene un 0.

En el caso de la evaluación global, 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.

Las notas de prácticas constituyen un bloque liberatorio y se conservan para la convocatoria extraordinaria y para el curso siguiente en caso de suspender la asignatura, no siendo necesario realizarlas de nuevo.

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: Students will be evaluated, by default, by progressive evaluation. The evaluation will check if the students have acquired the competences of the subject. Therefore, the global evaluation will use the same types of evaluation techniques that are used in the progressive evaluation, and will be carried out on the dates and times of final evaluation approved by the School Board for the current course and semester.

The evaluation in the extraordinary call will be carried out exclusively through the global evaluation system.

The laboratory practices use the equipment and computer tools available in the Department's teaching laboratory. They are compulsory activities and cannot be recovered outside the teaching period. Students must attend the laboratory in the established schedules. In justified cases, the student will be offered the possibility of carrying out the practice at a different time than initially established, but always within the teaching period.

To pass the subject in the modality of progressive evaluation and in the modality of global evaluation it is mandatory to carry out the practices, and deliver the corresponding reports of practices. The final grade of the subject is calculated in both cases in the same way:

70% of the grade of the final exam, which will be held on the official date of the call, being necessary to have a minimum grade of 4.0 in the exam.

30% of the average of the notes of the four reports of the laboratory practices, to be carried out in groups, being necessary to have a minimum grade of 4.0 in the AVERAGE of the four practices. The non-realization of some practice supposes that in its qualification it has a 0.

In the case of the global evaluation, the deadline for delivery of the practice reports ends on the same day as the final exam set by the Head of Studies for the ordinary and extraordinary calls.

The practice notes constitute a block that can be passed separately and are kept for the extraordinary call and for the following course in case of failing the subject, not being necessary to do them again.

If any additional voluntary activity is offered throughout the semester, participation in it may be rewarded with a small improvement in the practice grade.

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. |
| 5G New Radio in Bullets | Bibliografía | Chris Johnson, "5G New Radio in Bullets", Independently published, 2019 |
| 5G Second Phase Explained: The 3GPP Release 16 Enhancements Book by Jyrki T. J. Penttinen | Bibliografía | Jyrki T. J. Penttinen (ed.), "5G Second Phase Explained: The 3GPP Release 16 Enhancements", Wiley, 2021 |

| | | |
|-------------------------------|--------------|---|
| Next generation wireless LANs | Bibliografía | E. Perahia; R. Stacey. "Next generation wireless LANs : 802.11n, 802.11ac, and Wi-Fi direct", Second edition., Cambridge University Press, 2013 |
|-------------------------------|--------------|---|

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

ESPAÑOL

La asignatura se impartirá en español y en inglés en diferentes grupos.

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.

Para la comunicación no presencial entre profesores y alumnos se utilizarán las herramientas puestas a disposición por la UPM: Moodle y correo electrónico institucional como vías principales de comunicación, y Teams y Zoom como medios técnicos para organizar reuniones, tutorías, etc... Se asume que los estudiantes consultan con regularidad la información disponible en Moodle y los mensajes de su correo electrónico institucional.

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 and in English in different groups.

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 schedules will be organized in accordance with the number of students enrolled in the course.

The asynchronous communication between professors and students will be held using the tools provided by UPM: Moodle and institutional email as the preferred means for communications, and Teams and Zoom as collaborative tools for meetings and private communication with students. Students are assumed to check regularly their institutional email accounts and the information published in Moodle.

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.