



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

RADIO DEFINIDA POR SOFTWARE

MÁSTER EN INGENIERÍA DE RADIOFRECUENCIA

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93001364	1	5 ECTS	OBLIGATORIA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES					

COORDINADOR/A

FRANCISCO JAVIER CASAJÚS QUIRÓS - javier.casajus@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

—

—

RESULTADOS

RD-822/2021

Competencias

- C2** Desarrollar pensamiento crítico y creativo en la concepción y validación de soluciones innovadoras en el ámbito de la ingeniería de RF, tanto de forma autónoma como en equipos de investigación.
- S8** Elaborar, presentar y defender un Trabajo Fin de Máster original que integre de forma coherente los conocimientos, habilidades y metodologías adquiridas en el programa.

Conocimientos

- K6** Conocer los fundamentos y arquitecturas de las comunicaciones inalámbricas avanzadas, sus estándares y su relación conceptual con los sistemas de radiofrecuencia.

DESCRIPCIÓN

This course is focused on those elements and techniques that are needed in order to built intelligent radios based on digital technology. This implies adequate coverage of software defined radio, cognitive radio and intelligent radio.

All this from the point of view of both the digital hardware and the signal processing software required for their full implementation plus the cognitive techniques layered on top of the physical system.

The starting point is a review of digital communications fundamentals. New advanced topics are then added that cover performance degradation due to: subsystems impairments, channel time-variability or non linearity. Digital signal processing techniques are introduced so as to reduce real-world system degradation to acceptable levels.

Additional topics present technology and architectures intended to interface all-digital equipment to the physical world, for both wired or wireless communication channels.

Moreover, there is also an analysis of digital technology available for implementation on actual equipment of signal processing and interface functionality. This includes programmable logic (FPGAs, for instance) and general purpose processors. To this, a description of development methodology for these technologies, is added; including signal processing techniques specifically intended for each of them.

TEMARIO

1. Conceptos de sistemas de comunicaciones

- 1.1. Frontal de RF
- 1.2. Sistemas analógicos y digitales

2. Transmisores y receptores

- 2.1. El canal de comunicación
- 2.2. CAG
- 2.3. Sincronismo temporal
- 2.4. Sincronismo frecuencia

3. Casos

- 3.1. Monoportadora QPSK
- 3.2. OFDM
- 3.3. Espectro ensanchado
- 3.4. Pulsos

4. Proyectos

- 4.1. Herramientas para SDR
- 4.2. Transceptor analógico
- 4.3. Enlace QPSK
- 4.4. Canalizador con DFT

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

 1.1 Frontal RF	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 04h 40m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T1 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 1.2 Sistemas analógicos y digitales	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 02h 20m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T1 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 2.1 El canal de comunicación	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 2.2 CAG	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral	

 2.3 Sincronismo temporal	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 2.4 Sincronismo frecuencial	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral Aprendizaje servicio Aprendizaje basado en retos	
 3.1 Monoportadora QPSK	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T3 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 3.2 OFDM	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 10m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T3 METODOLOGÍA Lección Magistral	

 3.3 Espectro ensanchado	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 10m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T3 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 3.4 Pulsos	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 10m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T3 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 4.1 Herramientas para SDR	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 00m LUGAR Laboratorio GRUPO Normal TEMAS T4 METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio	
 4.2 Transceptor analógico	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 05h 00m LUGAR Laboratorio GRUPO Normal TEMAS T4 METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio	

Evaluación proyecto 4.2			SEMANAS																
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 00m	LUGAR Laboratorio	EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 12%				NOTA MÍNIMA 3.5 No recup.								
RECUPERABLE No		JUSTIFICACIÓN Uso de equipo singular																	
TEMAS T4																			
METODOLOGÍA Examen de Prácticas																			
RESULTADOS EVALUADOS C2 K6																			

4.3 Enlace QPSK			SEMANAS																
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 06h 00m	LUGAR Laboratorio	GRUPO Normal																
TEMAS T4																			
METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio																			

Evaluación proyecto 4.3			SEMANAS																
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 00m	LUGAR Laboratorio	EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 12%				NOTA MÍNIMA 3.5 No recup.								
RECUPERABLE No		JUSTIFICACIÓN Uso de equipo singular																	
TEMAS T4																			
METODOLOGÍA Examen de Prácticas																			
RESULTADOS EVALUADOS C2 K6																			

 4.4 Canalizador con DFT			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 03h 00m	LUGAR Laboratorio	GRUPO Normal																		
TEMAS T4																					
METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio																					

 Evaluación proyecto 4.4			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 00m	LUGAR Laboratorio	EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria						PONDERACIÓN 12%		NOTA MÍNIMA 3.5 No recup.										
RECUPERABLE No	JUSTIFICACIÓN Uso de equipo singular																				
TEMAS T4																					
METODOLOGÍA Examen de Prácticas																					
RESULTADOS EVALUADOS C2 K6 S8																					

 Examen temas 1 a 3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 04h 00m	LUGAR Aula de examen	EVALUACIÓN Progresiva, Global				PONDERACIÓN 64%		NOTA MÍNIMA 5												
TEMAS T1 T2 T3																					
METODOLOGÍA Examen Escrito																					
RESULTADOS EVALUADOS C2 K6																					



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen temas 1 a 3

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

04h 00m

LUGAR

Aula de examen

EVALUACIÓN

Extraordinaria

PONDERACIÓN

64%

NOTA MÍNIMA

5

TEMAS

T1

T2

T3

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

C2

K6

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable

Actividad formativa

Semana con actividad

E

Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
1.1 Frontal RF																
1.2 Sistemas analógicos y digitales																
2.1 El canal de comunicación																
2.2 CAG																
2.3 Sincronismo temporal																
2.4 Sincronismo frecuencial																
3.1 Monoportadora QPSK																
3.2 OFDM																
3.3 Espectro ensanchado																
3.4 Pulsos																
4.1 Herramientas para SDR																

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 4.2 Transceptor analógico									•	•						
 Evaluación proyecto 4.2										•						
 4.3 Enlace QPSK											•	•				
 Evaluación proyecto 4.3												•				
 4.4 Canalizador con DFT													•			
 Evaluación proyecto 4.4													•			
 Examen temas 1 a 3																•
 Examen temas 1 a 3																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

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.

The design project is an exercise on the design and simulation of a communication system starting from specifications provided in the course. A report about the design must be delivered and a practical exam of it will follow.

Classroom exercises will be proposed, solved and marked in classroom time.

A minimum of 3.5 points, out of 10, must be attained in every test so as to contribute to the final mark .

For evaluation by final examination only, students must deliver a report on the design project and attend a test on the theoretical matters as expounded on sections 1 through 3.

For the extraordinary examination, students will be allowed to choose between delivery of a report on the design project and attending an oral exam on the design project, thus assessing the level they have attained in the practical matters of the course.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

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.

For evaluation by final examination only, students must deliver a report on the design project and attend a test on the theoretical matters as expounded on sections 1 through 3.

Actividades

- Evaluación proyecto 4.2 (12%)
- Evaluación proyecto 4.3 (12%)
- Evaluación proyecto 4.4 (12%)
- Examen temas 1 a 3 (64%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

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.

For evaluation by final examination only, students must deliver a report on the design project and attend a test on the theoretical matters as expounded on sections 1 through 3.

Actividades

- Evaluación proyecto 4.2 (12%)
- Evaluación proyecto 4.3 (12%)
- Evaluación proyecto 4.4 (12%)
- Examen temas 1 a 3 (64%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

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.

For the extraordinary examination, students will be allowed to choose between delivery of a report on the design project and attending an oral exam on the design project, thus assessing the level they have attained in the practical matters of the course.

Actividades

- Evaluación proyecto 4.2 (12%)
- Evaluación proyecto 4.3 (12%)
- Evaluación proyecto 4.4 (12%)
- Examen temas 1 a 3 (64%)

RECURSOS

Bibliografía

Software Receiver Design by C. Richard Johnson et al.

Radio Engineering: From Software Radio to Cognitive Radio by Jacques Palicot

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Educación de calidad



Industria, innovación e
infraestructura