



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

95000042 - Transmision Digital

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000042 - Transmision Digital
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Ignacio Ronda Prieto (Coordinador/a)	C-323	joseignacio.ronda@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Miguel Angel Garcia Izquierdo	B-408	miguelangel.garcia.izquierdo@upm.es	Sin horario. Concertar cita por 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

- Señales Aleatorias
- Teoria De La Comunicacion
- Señales Y Sistemas
- Teoria De La Informacion
- Tratamiento Digital De Señales
- Sistemas De Transmision

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-ST2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión

CE-ST3 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA431 - Conocer la transmisión en espectro ensanchado mediante modulación por secuencia directa: Concepto de ganancia de codificación. Detección multiusuario según los criterios ZF, MMSE.

RA425 - Conocer la arquitectura básica, tipos y prestaciones básicas de un sistema de comunicaciones.

RA430 - Conocer los aspectos básicos de la modulación OFDM. Representación del proceso de modulación / demodulación en tiempo discreto. Transmisión en canales dispersivos. Efecto del prefijo cíclico. Modelado matricial. Problemática de la igualación.

RA429 - Estar familiarizado con la metodología de igualación: criterio ZF, MMSE. Arquitecturas lineales y realimentadas. Fundamentos de igualación adaptativa.

RA433 - Dominar los conceptos de la comunicación MIMO punto a punto: conformación de haz, codificación espacio ? tiempo y multiplexación espacial.

RA434 - Conocer la metodología de las modulaciones básicas, lineales y no lineales: Detectores óptimos y cálculo de detectores óptimos en ruido gaussiano. Análisis de prestaciones (BER, SNR). Detección de máxima verosimilitud.

RA428 - Conocer el planteamiento de la detección de modulaciones con memoria: fase continua y modulaciones codificadas en rejilla.

RA432 - Estar familiarizado con los fundamentos de la comunicación con múltiples antenas: Concepto de capacidad.

RA427 - Conocer los fundamentos de la codificación de canal: Codificadores bloque y convolucionales. Estrategia de decodificación basada en el algoritmo de Viterbi. Modernos esquemas de codificación tipo turbo-códigos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura es una introducción a las modulaciones digitales, abarcando las más importantes en la teoría y en la práctica, con énfasis en los procesos de codificación, decodificación e igualación de canal.

El enfoque es el estándar en esta área clásica de las tecnologías de la comunicación, basando el análisis en un modelo matemático de las señales y el canal, que hace abstracción de los procesos físicos subyacentes.

5.2. Temario de la asignatura

1. Receptores óptimos

- 1.1. Introducción. Modelo de sistema de transmisión digital.
- 1.2. Modelo de sistema de transmisión en banda base y paso banda. Representación paso bajo equivalente: señal, canal, ruido.
- 1.3. Señales de energía finita.
- 1.4. Receptor óptimo de símbolos aislados equiprobables en ruido blanco gaussiano. Filtro adaptado.
- 1.5. Condición de no interferencia entre símbolos (IES). Ancho de banda mínimo. Canal discreto equivalente sin IES.

2. Análisis de prestaciones

- 2.1. Acotación de la probabilidad de error en ausencia de IES mediante la cota de la unión.
- 2.2. Modulaciones básicas: M-PAM, M-QAM, M-PSK, FSK. Prestaciones.
- 2.3. Capacidad del canal gaussiano.
- 2.4. Comparación capacidad vs prestaciones. Efecto de la codificación de canal.

3. Modulaciones con memoria

- 3.1. Modulaciones con memoria.
- 3.2. Detección óptima de modulaciones con memoria. Algoritmo de Viterbi
- 3.3. Análisis de prestaciones de modulaciones con memoria
- 3.4. Modulaciones CPFSK

4. Codificación

- 4.1. Introducción. Decodificación dura y decodificación suave.
- 4.2. Códigos convolucionales
- 4.3. Turbocódigos
- 4.4. Modulaciones codificadas en rejilla
5. Detección en canales con interferencia intersimbólica
 - 5.1. Introducción y fundamentos
 - 5.2. Detección de secuencia de máxima verosimilitud. Algoritmo de Viterbi
 - 5.3. Arquitecturas lineales. Criterios ZF y MMSE
 - 5.4. Arquitecturas realimentadas (DFE)
 - 5.5. Igualación con filtros FIR y criterio MMSE: soluciones bloque, iterativa y adaptativa
6. Modulaciones multiportadora
 - 6.1. Introducción y fundamentos
 - 6.2. Análisis en el dominio del tiempo continuo
 - 6.3. Análisis en el dominio del tiempo discreto
 - 6.4. Transmisión en canales con interferencia intersimbólica
 - 6.5. Igualación y estima del canal
 - 6.6. Conocimiento del canal en el transmisor
7. Modulaciones en espectro ensanchado por secuencia directa
 - 7.1. Introducción. Acceso múltiple. Fundamentos
 - 7.2. Análisis del canal AWGN
 - 7.3. Análisis del canal con ISI: procesador RAKE, detectores multiusuario
 - 7.4. Generación de códigos de ensanchamiento
8. Comunicaciones con múltiples antenas
 - 8.1. Introducción. Conceptos de diversidad / multiplexación espacial
 - 8.2. Modelo de canal MIMO
 - 8.3. Capacidad del canal MIMO
 - 8.4. Conformación de haz
 - 8.5. Diversidad en recepción y codificación espacio ? tiempo
 - 8.6. Multiplexación espacial

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Temas 3 y 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 4 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

8	<p>Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Examen parcial Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
10	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Tema 6 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Tema 6 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p>Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15				<p>Examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</p>

16				
17				

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	50%	3.5 / 10	CE-ST3 CG1 CE-ST2 CG2
15	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CE-ST2 CE-ST3 CG1 CG2

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG2 CE-ST2 CE-ST3 CG1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CE-ST2 CE-ST3 CG1 CG2

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.).

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

Modalidad de evaluación progresiva:

NOTA FINAL = 50% examen caps. 1, 2, 3 y 4 + 50% examen caps. 5, 6, 7 y 8.

Es necesario obtener al menos 3.5 puntos sobre 10 en cada uno de los dos exámenes y 5.0 de nota media. Quienes no hayan alcanzado la calificación de 5.0 en el primer parcial pueden volver a presentarse a éste junto con el segundo parcial. La entrega del examen implica la renuncia a la nota anterior.

Modalidad de examen final y en convocatoria extraordinaria:

NOTA FINAL = 50% parte del examen correspondiente a los caps. 1, 2, 3 y 4 + 50% parte del examen correspondiente a los caps. 5, 6, 7 y 8.

Es necesario obtener al menos 3.5 puntos sobre 10 en cada una de los dos partes y 5.0 de nota media.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	
Presentaciones de la asignatura	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Bibliografía general

- A. Artés Rodríguez, F. Pérez González. Comunicaciones Digitales. Prentice-Hall, 2007 (disponible en www.tsc.uc3m.es/~antonio/libro_comunicaciones/)
- J. R. Barry, E.A. Lee, D. G. Messerschmitt. Digital Communication. Springer, 2004
- U. Madhow. Fundamentals of Digital Communications, Cambridge Univ. Press, 2008
- J. Proakis. Digital Communications. Mc Graw-Hill, 2007

Bibliografía específica de ciertos temas

- A. Goldsmith. Wireless Communications. Cambridge University Press, 2005
- A. Paulraj. Introduction to Space-TimeWireless Communications. Cambridge University Press, 2003
- D. Tse, P. Viswanath. Fundamentals of Wireless Communications. Cambridge University Press, 2005
- S. Verdú. Multiuser detection. Cambridge University Press, 1998