



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

95000028 - Tratamiento Digital De Señales

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.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000028 - Tratamiento Digital de Señales
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías 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 *
Francisco Moran Burgos	C-320	francisco.moran@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Jose Parera Bermudez (Coordinador/a)	B-405	jose.parera@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.
Jesus Gutierrez Sanchez	C-307	jesus.gutierrez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Juan Ignacio Godino Llorente	C-312	ignacio.godino@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

- Algebra
- Calculo
- Analisis Vectorial
- Señales Y Sistemas
- Señales Aleatorias
- Metodos Matematicos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-SI1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

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

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG6 - Uso de la lengua inglesa

CG7 - Trabajo en equipo

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

4.2. Resultados del aprendizaje

RA636 - Conocer la DFT y sus aplicaciones, así como un algoritmo de cálculo rápido.

RA524 - Conocer los fundamentos y aplicaciones del análisis de transformadas.

RA526 - Saber analizar, diseñar e implementar filtros digitales. Conocer las estructuras básicas para los filtros IIR y FIR y representarlas mediante Flujogramas. Conocer los efectos de la cuantificación de los coeficientes de un filtro.

RA530 - Conocer las técnicas básicas de análisis espectral. Análisis de Fourier de señales aleatorias estacionarias: el periodograma. Análisis de Fourier de señales aleatorias mediante la estimación de la secuencia de la secuencia de autocorrelación.

RA525 - Conocer los teoremas y conceptos relacionados con el muestreo de señales continuas y los cambios de velocidad de muestreo utilizando técnicas digitales.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La forma más contundente de explicar la importancia del procesado digital de señales es medir su impacto en nuestra vida cotidiana. ¿A qué tendríamos que renunciar si no existiera el procesado digital de señales? Ciñéndonos a las tecnologías de la información y comunicaciones la lista es inmensa: telefonía fija y móvil, acceso wifi a redes de comunicaciones, transmisión/recepción de contenidos multimedia (audio, video y fotografías), voz sobre Internet. Y en el terreno de los dispositivos: teléfonos móviles, reproductores MP3, cámaras digitales, tabletas. Pero el alcance del tratamiento numérico de señales va mucho más allá y abarca a cualquier proceso cuantitativo que se pueda medir.

Para el currículo de un Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación el procesado digital de señales debe ser una piedra angular que le permita entender y actuar en el actual universo tecnológico que nos rodea. El objetivo de esta asignatura es instruir al futuro graduado en los conceptos básicos del tratamiento numérico de señales:

- Muestreo de señales continuas como puerta de acceso al mundo discreto.
- Análisis y diseño de los sistemas discretos racionales, comúnmente llamados filtros digitales.
- Análisis y diseño en los dominios transformados, con especial énfasis en el análisis espectral.

Los materiales de la asignatura se imparten en una vertiente teórica (80%) y una vertiente práctica (20%) basada en simulaciones MATLAB® de los conceptos más fundamentales. La evaluación es progresiva a lo largo del curso.

5.2. Temario de la asignatura

1. Señales y sistemas discretos/Discrete-time signals and systems
 - 1.1. Señales y sistemas/Signals and Systems
 - 1.2. Transformadas de Fourier y z/Fourier and z Transforms
 - 1.3. Señales aleatorias/Random signals
2. Muestreo de señales continuas/Sampling of continuous-time signals
 - 2.1. Muestreo periódico de señales paso bajo/Periodic sampling of low-pass signals
 - 2.2. Procesado en tiempo discreto de señales en tiempo continuo/Discrete-time processing of continuous-time signals
 - 2.3. Muestreo periódico de señales paso-banda/Periodic sampling of band-pass signals
 - 2.4. Cambios de la frecuencia de muestreo/Changing the sample rate
 - 2.5. Limitaciones prácticas en el muestreo de señales/Practical limitations
3. Filtros digitales/Digital filters
 - 3.1. Análisis de sistemas LTI con función de transferencia racional/Analysis of LTI systems with rational transfer function
 - 3.2. Sistemas paso-todo, de fase mínima y de fase lineal/All-pass, minimum phase and linear phase systems
 - 3.3. Diseño de filtros digitales IIR y FIR/IIR and FIR filters design
4. La transformada discreta de Fourier (DFT)/The discrete Fourier transform (DFT)
 - 4.1. Relación entre la DFT y la transformada de Fourier de secuencias (DTFT)/DFT and DTFT relations
 - 4.2. Propiedades de la DFT/Properties of the DFT
 - 4.3. Aplicaciones de la DFT/DFT applications
5. Análisis espectral de señales/Fourier signal analysis
 - 5.1. Análisis de Fourier de señales mediante la DFT/Fourier analysis of signals using the DFT
 - 5.2. Análisis de señales sinusoidales mediante la DFT/DFT analysis of sinusoidal signals
 - 5.3. Análisis de Fourier de señales aleatorias estacionarias/Analysis of stationary random signals
 - 5.4. Análisis de Fourier de señales no estacionarias: espectrograma/Fourier analysis of non-stationary signals: Spectrogram

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Práctica 1. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
4	<p>Tema 2 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p>Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Práctica 2. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
7	<p>Tema 3 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

8	<p>Tema 3 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Examen primer parcial Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Examen primer parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
9	<p>Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Práctica 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p>Práctica 3. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
10	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Práctica 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p>Práctica 4. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
13	<p>Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Temas 5 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Examen de laboratorio Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Examen de laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
15				

16				
17				<p>Práctica 5. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p> <p>Práctica 6. Evaluación de la práctica. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p> <p>Examen segundo parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p> <p>Evaluación global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p>

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
3	Práctica 1. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
6	Práctica 2. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
8	Examen primer parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	35%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
9	Práctica 3. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
12	Práctica 4. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1

14	Examen de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CG2 CG1 CG6 CG9 CG5 CE-SI1
17	Práctica 5. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	1%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
17	Práctica 6. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	1%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1 CG7
17	Examen segundo parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	45%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Práctica 1. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
6	Práctica 2. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
9	Práctica 3. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1

12	Práctica 4. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
14	Examen de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CG2 CG1 CG6 CG9 CG5 CE-SI1
17	Práctica 5. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	1%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1
17	Práctica 6. Evaluación de la práctica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	1%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1 CG7
17	Evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CE-SI1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen teoria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	4 / 10	CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-SI1

Examen de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CG7 CG9 CG5 CG2 CG1 CG6 CE-S11
-----------------------	--	------------	-------	-----	--------	--

7.2. Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria. Evaluación progresiva

La evaluación de los alumnos en la modalidad de evaluación progresiva estará formada por las siguientes pruebas:

1. Primer examen parcial. Se realizará un examen escrito que se puntuará sobre 10. La nota mínima de este parcial debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. Aquellos alumnos que no hayan alcanzado la nota mínima en este parcial deben recuperarlo en un examen que será realizado a continuación del 2º parcial. La nota de este examen es un 35% de la nota final.
2. Segundo examen parcial. Examen escrito que se puntuará sobre 10. La nota mínima de este parcial debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. La nota de este examen es un 45% de la nota final.
3. Examen de laboratorio. Examen práctico que se puntuará sobre 10. La nota mínima de este examen debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. La nota de este examen es un 10% de la nota final.
4. Evaluación de las prácticas. Cada práctica se evaluará y se puntuará sobre 10. El peso de las prácticas 1 a 4 es del 20% y el de las prácticas 5 y 6 del 10%. La nota de las prácticas se calculará como la media ponderada de las evaluaciones de las prácticas y debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. La nota de las prácticas es el 10% de la nota final.

La nota del laboratorio se calcula como la media de las notas de los elementos de evaluación 3 y 4. Los alumnos que obtengan una nota de laboratorio igual o superior a un 5 podrán conservarla para cursos posteriores. Si el alumno suspendiese el laboratorio pero la media de los dos exámenes parciales de teoría fuese superior a 5 solamente tendría que realizar el examen de laboratorio en la convocatoria extraordinaria.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una nota final mayor o igual que 5 sobre 10.

En la calificación final de la convocatoria ordinaria (progresiva o global), habrá hasta un 10% extra que cada profesor asignará en función de la participación en clase, resolución de problemas, actividades Moodle, etc. Sólo se sumará esta calificación extra cuando la nota final sea mayor o igual a 5.

Convocatoria ordinaria. Evaluación global

La evaluación de los alumnos en la modalidad de evaluación progresiva estará formada por las siguientes pruebas:

1. Examen teórico. Examen escrito con peso en la nota final del 80%. El examen constará de dos partes que corresponden a las materias cubiertas en el primer y segundo parciales de la evaluación progresiva. Cada parte se puntuará sobre 10 y será necesario que la nota de cada una sea superior a un 4 para poder aprobar. La nota de teoría será la media de las dos partes.
2. Examen de laboratorio. Examen práctico que se puntuará sobre 10. La nota mínima de este examen debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. La nota de este examen es un 10% de la nota final.
3. Evaluación de las prácticas. Cada práctica se evaluará y se puntuará sobre 10. El peso de las prácticas 1 a 4 es del 20% y el de las prácticas 5 y 6 del 10%. La nota de las prácticas se calculará como la media ponderada de las evaluaciones de las prácticas y debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de las notas. La nota de las prácticas es el 10% de la nota final.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una nota final mayor o igual que 5 sobre 10.

Convocatoria Extraordinaria

La evaluación de los alumnos en la convocatoria extraordinaria será la misma que en la evaluación global de la convocatoria ordinaria.

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, EP, TG, etc.).

Documentación permitida en los exámenes teóricos

Sólo se podrá llevar un libro de Tratamiento Digital de Señales.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
A. V. Oppenheim, R.W. Schafer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall, 3rd Ed, 2010.	Bibliografía	Libro de texto
J. G. Proakis y D. G. Manolakis, Digital signal processing, 4th ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall, 2007.	Bibliografía	Libro auxiliar
S. K. Mitra, Digital signal processing: a computer-based approach, 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.	Bibliografía	Libro auxiliar
J. O. Smith, Mathematics of the discrete Fourier transform (DFT): with audio applications, 2. ed., [Nachdr.]. North Charleston: BookSurge, 2010.	Bibliografía	Libro auxiliar Disponible online: https://ccrma.stanford.edu/~jos/st/
J. H. McClellan, Ed., Computer- based exercises for signal processing using MATLAB 5. en MATLAB curriculum series. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.	Bibliografía	Libro auxiliar
Laboratorio de Señales y Comunicaciones A.201L	Equipamiento	Laboratorio docente