

UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

## GUÍA DE APRENDIZAJE

## SEÑALES Y SISTEMAS

GRADO EN INGENIERIA DE TECNOLOGIAS Y SERVICIOS DE  
TELECOMUNICACION

|                 |          |       |          |          |                 |
|-----------------|----------|-------|----------|----------|-----------------|
| CURSO ACADÉMICO | CÓDIGO   | CURSO | CRÉDITOS | CARÁCTER | SEMESTRE        |
| 2026-27         | 95000015 | 2     | 6 ECTS   | BÁSICA   | PRIMER SEMESTRE |

IDIOMA  
ESPAÑOL,  
INGLÉSCENTRO RESPONSABLE  
E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIONDEPARTAMENTO RESPONSABLE  
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES

COORDINADOR/A

GONZALO CONSTANTINO DE MIGUEL VELA - gonzalo.demiguel@upm.es

## REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

## CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

- INTRODUCCION AL ANALISIS DE CIRCUITOS (95000008)
- ALGEBRA (95000001)
- CALCULO (95000002)
- ANALISIS VECTORIAL (95000007)

OTRAS RECOMENDACIONES

Conceptos generales de sistemas definidos por ecuaciones diferenciales y fasores

## RESULTADOS

RD-1393/2007

### Resultados de aprendizaje

- RA547** Comenzar a utilizar una herramienta de programación matemática que permita realizar los métodos de análisis de señales y sistemas estudiados en un computador.
- RA32** Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas.
- RA546** Metodología de conversión de señales y sistemas de tiempo continuo a sus equivalentes en tiempo discreto sin pérdida de información.
- RA544** Metodología de análisis de señales y sistemas en tiempo continuo utilizando las transformadas de Fourier y de Laplace
- RA545** Metodología de análisis de señales y sistemas en tiempo discreto utilizando las transformadas de Fourier y Z.
- RA543** Adquirir los conceptos fundamentales del análisis de señales y sistemas en el dominio temporal
- RA43** Comprensión y dominio de los sistemas lineales y de las funciones y transformadas relacionadas

### Competencias

- CEB4** Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
- 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
- CEB1** Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización

- 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

## DESCRIPCIÓN

Asignatura introductoria al procesamiento de señales. Presenta las herramientas generales para el estudio sistemático de la evolución temporal de magnitudes físicas y su procesamiento. Aquí nos centraremos principalmente en procesamiento de señales mediante transformaciones lineales (representadas por ecuaciones diferenciales lineales). Se trata de dar una visión general de las distintas técnicas de procesamiento y análisis de señal que luego podrán aplicarse a distintas señales en el ámbito de las comunicaciones. Se comenzará por presentar las herramientas de análisis de señales continuas en el tiempo: análisis en el dominio temporal y el dominio espectral. A continuación se introducirán las mismas herramientas de análisis para el caso de señales discretas en el tiempo. Se cerrará la asignatura con el capítulo dedicado al muestreo de señales y simulación discreta de sistemas continuos.

## TEMARIO

### 1. Análisis de señales y sistemas en el dominio del tiempo

#### 1.1. Conceptos básicos sobre señales

##### 1.1.1. Señales en tiempo continuo y discreto

##### 1.1.2. Operaciones básicas con señales

##### 1.1.3. Señales básicas: sinusoidal, exponencial, impulso unitario, escalón, rampa

##### 1.1.4. Parámetros asociados a una señal: valor medio, valor de pico, energía, potencia, periodo

#### 1.2. Conceptos generales sobre sistemas

##### 1.2.1. Asociación de sistemas

##### 1.2.2. Propiedades: memoria, invertibilidad, causalidad, estabilidad, linealidad e invariancia temporal

##### 1.2.3. Sistemas lineales e Invariantes en el tiempo (SLI)

1.2.4. Sistemas definidos por ecuaciones diferenciales (o en diferencias) con condiciones de reposo inicial

1.2.5. Caracterización de sistemas SLI mediante la respuesta al impulso: operación de convolución

1.2.6. Propiedades del operador de convolución

## 2. Transformada de Fourier (TF) de señales en tiempo continuo

### 2.1. Transformada de Fourier (TF) en tiempo continuo

2.1.1. La exponencial compleja y los sistemas SLI. Concepto de autofunción y de respuesta en frecuencia

2.1.2. Definición de la TF y condiciones de existencia

2.1.3. TF de señales periódicas

2.1.4. Propiedades de la TF

2.1.5. Análisis de sistemas SLI mediante TF

2.1.6. Definición de los tipos básicos de filtros

### 2.2. Definición de la transformada de Laplace: Bilateral y Unilateral

### 2.3. Introducción a la transformada de Laplace bilateral

2.3.1. Definición, concepto de región de convergencia y propiedades

2.3.2. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones diferenciales utilizando la Transformada de Laplace (diagramas polo-cero, invertibilidad, causalidad y estabilidad)

### 2.4. Introducción a la transformada de Laplace unilateral

## 3. Transformada de Fourier (TF) de señales en tiempo discreto

### 3.1. Transformada de Fourier (TF) en tiempo discreto

3.1.1. La exponencial compleja y los sistemas SLI. Concepto de autofunción y de respuesta en frecuencia

3.1.2. Definición de la TF y condiciones de existencia

3.1.3. TF de señales periódicas

3.1.4. Propiedades de la TF

3.1.5. Análisis de sistemas SLI mediante TF

3.1.6. Definición de tipos básicos de filtros discretos

3.2. Definición de la transformada Z: Unilateral y Bilateral

3.3. Introducción a la transformada Z bilateral

3.3.1. Definición, concepto de región de convergencia y propiedades

3.3.2. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones en diferencias utilizando la Transformada Z (diagramas polo-cero, invertibilidad, causalidad y estabilidad)

3.4. Introducción a la transformada Z unilateral

**4. Muestreo: representación de una señal continua a partir de muestras equiespaciadas**

4.1. Muestreo ideal en el dominio temporal. Condición de Nyquist, interpolación temporal y solapamiento espectral

4.2. Muestreos no ideales: Instantáneo y Natural

4.3. Simulación en tiempo discreto de sistemas en tiempo continuo

**ACTIVIDADES**

Actividad evaluable



Actividad formativa

| Presentación      |                |                   |        | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|-------------------|----------------|-------------------|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
|                   |                |                   |        | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |  |
| PRESENCIALIDAD    | DURACIÓN TOTAL | LUGAR             | GRUPO  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Presencial        | 01h 00m        | Aula (en horario) | Normal |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| METODOLOGÍA       |                |                   |        |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Lección Magistral |                |                   |        |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |

|                                                                                   |                |                                                  |        |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|
|  | <b>Tema 1</b>  | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |        |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                    | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                            | GRUPO  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                        | 13h 00m        | Aula (en horario)                                | Normal |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T1                                                                       |                |                                                  |        |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral Clase de Problemas                               |                |                                                  |        |  |  |  |  |

|                                                                                   |                       |                                                  |        |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|
|  | <b>Tema 2.1 y 2.2</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |        |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                    | DURACIÓN TOTAL        | LUGAR                                            | GRUPO  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                        | 14h 00m               | Aula (en horario)                                | Normal |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T2                                                                       |                       |                                                  |        |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral Clase de Problemas                               |                       |                                                  |        |  |  |  |  |

|                                                                                     |                                                          |                                                  |            |             |             |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|--|--|
|  | <b>Examen Capítulos 1 y 2 / Exam of Chapters 1 and 2</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |            |             |             |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                      | DURACIÓN TOTAL                                           | LUGAR                                            | EVALUACIÓN | PONDERACIÓN | NOTA MÍNIMA |  |  |
| Presencial                                                                          | 01h 30m                                                  | Aula de examen                                   | Progresiva | 50%         | 4           |  |  |
| TEMAS<br>T1 T2                                                                      |                                                          |                                                  |            |             |             |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen Escrito                                                       |                                                          |                                                  |            |             |             |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>RA43 RA543 RA544 RA32 CG1 CG2 CG5 CEB1 CEB4                 |                                                          |                                                  |            |             |             |  |  |

|                                                                                     |                       |                                                  |        |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|
|  | <b>Tema 2.3 y 2.4</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |        |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                      | DURACIÓN TOTAL        | LUGAR                                            | GRUPO  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                          | 03h 00m               | Aula (en horario)                                | Normal |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral Clase de Problemas                                 |                       |                                                  |        |  |  |  |  |

|                                                                                                 |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 3</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                    | DURACIÓN TOTAL<br>17h 00m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T3                                                                                     |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Clase de Problemas Lección Magistral                                             |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                 |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 4</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                    | DURACIÓN TOTAL<br>09h 00m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T4                                                                                     |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral Clase de Problemas                                             |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                                               |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Exámen capítulos 3 y 4 // Exam of Chapters 3 and 4</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                                                  | DURACIÓN TOTAL<br>01h 30m | LUGAR<br>Aula de examen                          | EVALUACIÓN<br>Progresiva, Global | PONDERACIÓN<br>50% | NOTA MÍNIMA<br>4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen Escrito                                                                                                                 |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>CG1 CG2 CG5 CEB1 CEB4 RA43 RA543 RA544 RA545 RA546 RA32                                                               |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                                                            |                           |                                                  |                      |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Recuperación 1er Examen Parcial / Repetition first partial exam</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                      |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                                                               | DURACIÓN TOTAL<br>01h 30m | LUGAR<br>Aula de examen                          | EVALUACIÓN<br>Global | PONDERACIÓN<br>50% | NOTA MÍNIMA<br>4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T1 T2                                                                                                                                             |                           |                                                  |                      |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen Escrito                                                                                                                              |                           |                                                  |                      |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>CG1 CG2 CG5 CEB1 CEB4 RA43 RA543 RA544 RA545 RA546 RA32                                                                            |                           |                                                  |                      |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



Examen de teoría / Theory exam

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

03h 00m

Otro

Extraordinaria

100%

5

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG1

CG2

CG5

CEB1

CEB4

RA43

RA543

RA544

RA545

RA546

RA32

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 |
|-----------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
| Presentación                                                    | . |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| Tema 1                                                          | . | . | . |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| Tema 2.1 y 2.2                                                  |   |   |   | . | . | . |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| Examen Capítulos 1 y 2 / Exam of Chapters 1 and 2               |   |   |   |   |   |   | . |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| Tema 2.3 y 2.4                                                  |   |   |   |   |   |   |   | . |   |    |    |    |    |    |    |   |
| Tema 3                                                          |   |   |   |   |   |   |   | . | . | .  | .  |    |    |    |    |   |
| Tema 4                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | .  | .  |    |    |   |
| Exámen capítulos 3 y 4 / Exam of Chapters 3 and 4               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | . |
| Recuperación 1er Examen Parcial / Repetition first partial exam |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | . |
| Examen de teoría / Theory exam                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | . |



## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios Generales

La evaluación de la asignatura se realiza mediante exámenes escritos sobre casos prácticos de la asignatura. Durante el curso se realizan dos pruebas parciales, cada una sobre dos capítulos. En la convocatoria extraordinaria se evalúa solamente a través de una prueba única sobre todo el temario.

### Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

#### Criterios de evaluación

La evaluación de los alumnos de evaluación progresiva consta de las siguientes pruebas:

1- Primer examen parcial: Examen escrito sobre los contenidos de los capítulos 1 y 2. Se puntuará sobre 10 y la nota mínima en este parcial debe ser mayor de 4 para ser liberado en la convocatoria ordinaria. Aquellos alumnos que obtengan una nota menor deben presentarse a un examen de repesca de esta parte, que será realizado a continuación del 2º parcial. La nota de este examen contará un 50% de la nota final.

2- Segundo examen parcial: Examen escrito sobre los contenidos de los capítulos 3 y 4. Se puntuará sobre 10 y la nota mínima en este parcial debe ser mayor de 4 para poder hacer media con el resto de notas del curso. La nota de este examen contará un 50% de la nota final.

Ninguna de las partes se puede liberar para la convocatoria extraordinaria.

#### Actividades

- Examen Capítulos 1 y 2 / Exam of Chapters 1 and 2 (50%)
- Exámen capítulos 3 y 4 / Exam of Chapters 3 and 4 (50%)

### Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

#### Criterios de evaluación

La evaluación de los alumnos que decidan ir por evaluación por prueba global estará formada por un examen teórico escrito realizado en el día de la convocatoria ordinaria. El examen consta de dos partes, correspondientes al primer parcial (Capítulos 1 y 2) y segundo parcial (Capítulos 3 y 4). 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 será la media de las dos partes. El peso de la nota del examen en la nota final es del 100%.

#### Actividades

- Exámen capítulos 3 y 4 / / Exam of Chapters 3 and 4 (50%)
- Recuperación 1er Examen Parcial / Repetition first partial exam (50%)

### Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

#### Criterios de evaluación

La evaluación consiste en un solo examen escrito realizado en el día de la convocatoria extraordinaria. Examen de teoría y problemas que comprende todo el temario teórico (Capítulos 1 a 4). El peso de la nota del examen en la nota final es del 100%. La nota del aprobado es de 5 sobre 10.

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.).

#### Actividades

- Examen de teoría / Theory exam (100%)

## RECURSOS

### Bibliografía

"Signals and Systems" , segunda edición, de A.V. Oppenheim, A.S. Willsky y S.H. Nawab, editorial Prentice Hall, 1997.

*Es el que se utiliza como bibliografía fundamental / fundamental bibliography*

"Signals and Systems", Simon Haykin, Barry Van Veen. Editorial John Wiley 1999.

"MATLAB for Engineers", Holly Moore. Editorial Pearson Education 2009.

### Web



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



Página web de la asignatura <http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales>

Software MATLAB