



Universitat de Lleida

# GUÍA DOCENTE **INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Coordinación: CLARIA SANCHO, FRANCISCO

Año académico 2023-24

## Información general de la asignatura

<b>Denominación</b>	INGENIERÍA DE SISTEMAS			
<b>Código</b>	14536			
<b>Semestre de impartición</b>	1R Q(SEMESTRE) EVALUACIÓN CONTINUADA			
<b>Carácter</b>	<b>Grado/Máster</b>	<b>Curso</b>	<b>Carácter</b>	<b>Modalidad</b>
	Máster Universitario en Ingeniería Industrial	1	OPTATIVA	Presencial
	Máster Universitario en Ingeniería Industrial	2	OPTATIVA	Presencial
<b>Número de créditos de la asignatura (ECTS)</b>	6			
<b>Tipo de actividad, créditos y grupos</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>PRAULA</b>	<b>TEORIA</b>	
	<b>Número de créditos</b>	3	3	
	<b>Número de grupos</b>	1	1	
<b>Coordinación</b>	CLARIA SANCHO, FRANCISCO			
<b>Departamento/s</b>	INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE LA EDIFICACIÓN			
<b>Distribución carga docente entre la clase presencial y el trabajo autónomo del estudiante</b>	(40% ) 60 h presencial o bien en línea (60%) 90 h trabajo autónomo			
<b>Información importante sobre tratamiento de datos</b>	Consulte <a href="#">este enlace</a> para obtener más información.			
<b>Idioma/es de impartición</b>	Castellano			

Profesor/a (es/as)	Dirección electrónica\nprofesor/a (es/as)	Créditos impartidos por el profesorado	Horario de tutoría/lugar
CLARIA SANCHO, FRANCISCO	francisco.claria@udl.cat	6	

## Información complementaria de la asignatura

Es una asignatura, que se imparte en el primer curso y el primer cuatrimestre del máster en ingeniería industrial.

En esta asignatura se pretende familiarizar al estudiante con la transformación de circuitos y sistemas en el dominio de Laplace. Se estudia la respuesta temporal de circuitos mediante esta transformación de Laplace, se da noción de función de transferencia y se introducen los conceptos de respuesta natural y forzada. También se estudia la respuesta en frecuencia de circuitos, y se pone énfasis en los conceptos de resonancia, espectro, estabilidad y filtrado. Con estos fundamentos, se hace evidente la asociación de sistema y de función de transferencia, marcando el camino para el análisis y el diseño de sistemas electrónicos y de control.

Esta asignatura también tiene como finalidad dotar al alumno de capacidad para analizar, simular y diseñar sistemas en los que las señales de entrada son transformadas o provocan que estos sistemas respondan interactuando con el medio físico. Para ello se pretende familiarizar al alumno con algunas de las herramientas y/o metodologías básicas de procesamiento de señales, como análisis espectral, convolución y correlación, muestreo de señales, su filtrado, y también una introducción a las modulaciones analógicas y de pulsos.

Por otra parte, el análisis de los sistemas en tiempo continuo no son a veces los más adecuados. Este documento presenta las herramientas que extienden los conceptos del tratamiento de señales y sistemas en tiempo continuo a tiempo discreto, preparando el acceso a los sistemas realimentados.

## Objetivos académicos de la asignatura

### Objetivo general de la asignatura

Dotar a los alumnos con herramientas y metodologías básicas de análisis de sistemas lineales y de procesamiento de la señal.

### Este objetivo general se concreta en:

- Conocer y usar la Transformada de Laplace (TL) para transformar circuitos y sistemas en general.
- Calcular la respuesta temporal a partir de circuitos o sistemas transformados.
- Conocer el concepto y obtener la función de transferencia de circuitos y sistemas.
- Conocer el significado de espectro de amplitud y espectro de fase de una función de transferencia.
- Comprender el concepto de convolución de dos señales y su alcance en análisis, diseño y simulación de sistemas.
- Comprender el significado espectral de la Transformada de Fourier
- Relacionar la correlación y la convolución.
- Conocer la relación entre muestreo en el tiempo y espectro de una señal

## Competencias

Competencias **Generales** según Orden CIN/311/2009 y criterios EPS

- **CG1** Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.
- **CG3** Capacidad de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado

como no especializado.

- **CG4** Capacidad de concebir, diseñar e implementar proyectos y/o aportar soluciones novedosas, utilizando herramientas propias de la ingeniería.
- **CG6** Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materials, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc

Competencias **Específicas** según Orden CIN/311/2009

- **CE7** Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

Competencias **Transversales** aprobadas por la Comissió Plenària dels Graus d'Enginyeria Industrial, Enginyeria Informàtica i Enginyeria de l'Edificació, reunida el 16 de Junio de 2008

- **CT1** Corrección en la expresión oral escrita.
- **CT3** Dominio de las TIC.

## Contenidos fundamentales de la asignatura

### CAPÍTULO 1

#### 1. SEÑALES Y SUS CARACTERÍSTICAS

##### 1.1 INTRODUCCIÓN

##### 1.2 SEÑALES

##### 1.2.1 FUNCIÓN ESCALÓN UNITARIO

##### 1.3 FUNCIÓN RAMPA

##### 1.4 FUNCIÓN PULSO RECTANGULAR

##### 1.5 FUNCIÓN IMPULSO O DELTA DE DIRAC

##### 1.6 PROBLEMAS PROPUESTOS

### CAPÍTULO 2

#### 2. ANALISIS DE CIRCUITOS EN EL DOMINIO DE LAPLACE

##### 2.1 INTRODUCCIÓN

##### 2.2 LA TRANSFORMADA DE LAPLACE. REVISIÓN

##### 2.2.1 PROPIEDADES ÚTILES

##### 2.2.2 TRANSFORMADAS DE ALGUNAS FUNCIONES DE INTERES

##### 2.3 EL CIRCUITO TRANSFORMADO

##### 2.3.1 INTRODUCCIÓN

##### 2.3.2 TRANSFORMACIÓN DE VARIABLES Y RELACIONES TENSIÓN CORRIENTE EN LOS ELEMENTOS

##### 2.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN EL DOMINIO DE LAPLACE

##### 2.5 DETERMINACIÓN GENERAL DE LA RESPUESTA

##### 2.6 PROBLEMAS PROPUESTOS

### CAPÍTULO 3

#### 3. RESPUESTA EN EL TIEMPO DE CIRCUITOS LINEALES

##### 3.1 TRANSFORMADA INVERSA DE LAPLACE

##### 3.2 DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA TEMPORAL DE CIRCUITOS LINEALES

##### 3.2.1 COMPONENTES DE LA RESPUESTA. NATURAL Y FORZADA

##### 3.2.2 RESPUESTA A ESTADO CERO Y ENTRADA CERO

##### 3.3 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

##### 3.3.1 RELACIÓN ENTRE FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA Y ECUACIÓN DIFERENCIAL DEL CIRCUITO

##### 3.4 POLOS Y CEROS DE UNA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

##### 3.4.1 ESTABILIDAD

##### 3.4.2 DIAGRAMA POLO-CERO

##### 3.4.3 ESTUDIO DE UN CIRCUITO DE SEGUNDO ORDEN

##### 3.5 PROBLEMAS PROPUESTOS

## CAPÍTULO 4

### 4. RESPUESTA EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS LINEALES

#### 4.1 INTRODUCCIÓN

#### 4.2 ESPECTRO

##### 4.2.1 PARTICULARIZACIÓN DE $H(S)$ PARA $s=jw$ . ESPECTRO

#### 4.3 RESPUESTA EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS DE PRIMER ORDEN

#### 4.4 RESPUESTA EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS DE SEGUNDO ORDEN

##### 4.4.1 RESONANCIA

#### 4.5 CONCEPTO DE FILTRADO

#### 4.6 ESTUDIO DE UN FILTRO

##### 4.6.1 ANALISIS EN FRECUENCIA DEL FILTRO

#### 4.7 PROBLEMAS PROPUESTOS

## CAPÍTULO 5

### 5 SEÑALES Y ANÁLISIS DE FOURIER

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

#### 5.2 SEÑALES

##### 5.2.1 COMPARACIÓN DE SEÑALES

#### 5.3 APROXIMACIÓN DE UNA FUNCIÓN MEDIANTE UN CONJUNTO DE FUNCIONES ORTONORMALES.

#### 5.4 DESARROLLO EN SERIE DE FOURIER

##### 5.4.1 PECULIARIDADES DEL DESARROLLO EN SERIE DE FOURIER

## CAPÍTULO 6

### 6 TRANSFORMADA DE FOURIER Y SU APLICACIÓN

#### 6.1 TRANSFORMADA DE FOURIER

##### 6.1.1 ALGUNAS CONVERSIONES Y VERSIONES ALTERNATIVAS

#### 6.2 CONVOLUCIÓN DE DOS SEÑALES

#### 6.3 TRANSFORMADAS DE FOURIER DE ALGUNAS FUNCIONES DE INTERÉS

#### 6.4 PROPIEDADES DE LA TRANSFORMADA DE FOURIER

#### 6.5 EJERCICIOS PROPUESTOS

## CAPÍTULO 7

### 7 DENSIDAD ESPECTRAL Y CORRELACIÓN

#### 7.1 ENERGÍA DE UNA SEÑAL

#### 7.2 DENSIDAD ESPECTRAL DE ENERGÍA

#### 7.3 DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA

#### 7.4 CORRELACIÓN DE DOS SEÑALES DE ENERGÍA FINITA

#### 7.5 CORRELACIÓN DE DOS SEÑALES DE POTENCIA MEDIA FINITA

##### 7.5.1 ALGUNAS PROPIEDADES DE LA CORRELACIÓN Y DE LA DENSIDAD ESPECTRAL

#### 7.6 TRANSFORMADA DE HILBERT Y SEÑAL ANALÍTICA

##### 7.6.1 SEÑAL ANALÍTICA

##### 7.6.2 ENVOLVENTE, FASE Y FRECUENCIA INSTANTÁNEA DE UNA SEÑAL REAL

##### 7.6.3 SEÑAL REAL PASO BANDA EN FUNCIÓN DE SEÑALES PASO BAJO

#### 7.7 EL TEOREMA DEL MUESTREO

#### 7.8 TRANSFORMADA DISCRETA DE FOURIER

#### 7.9 CONVOLUCIÓN Y CORRELACIÓN DISCRETAS

## CAPÍTULO 8

### 8 MODULACIONES ANALÓGICAS

#### 8.1 MODULACIONES

#### 8.2 MODULACIONES ANALÓGICAS DE AMPLITUD

##### 8.2.1 MODULACIÓN EN DOBLE BANDA LATERAL CON PORTADORA SUPRIMIDA

##### 8.2.2 MODULACIÓN EN CUADRATURA DE DOBLE BANDA LATERAL SIN PORTADORA

##### 8.2.3 MODULACIÓN EN DOBLE BANDA LATERAL CON PORTADORA

##### 8.2.4 MULTIPLEXADO POR DIVISIÓN EN FRECUENCIA

##### 8.2.5 MODULACIÓN EN BANDA LATERAL ÚNICA

#### 8.3 MODULACIONES ANALÓGICAS ANGULARES

## 8.3.1 ANÁLISIS ESPECTRAL

### 8.3.2 MODULADORES DE FM Y DE PM

### 8.3.3 DEMODULACIÓN DE FM Y PM

### 8.3.4 METODOS DE EXTENSION DE UMBRAL.

## 9. PRINCIPIOS DE SISTEMAS DIGITALES

### 9.1. TRANSFORMADA Z

### 9.2. TRANSFORMADA INVERSA

### 9.3. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA

### 9.4. INVARIANCIA AL IMPULSO

### 9.5. POSICIÓN DE LOS POLOS Y PERIODO DE MUESTREO

### 9.6. PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE SEGUNDO ORDEN

### 9.7. PECULIARIDADES: POLOS, FRECUENCIA DE MUESTREO, RESPUESTA TRANSITORIA.

### 9.8. SISTEMA REDUCIDO EQUIVALENTE

## 10. MUESTREO Y RETENCIÓN

### 10.1. RETENEDORES DE MUESTRAS

### 10.2. DIAGRAMAS DE BLOQUES EN Z

### 10.3. LAZO CERRADO

### 10.4. SISTEMAS CON BLOQUES CONTINUOS Y DISCRETOS

### 10.5. DIGITALIZACIÓN DE SISTEMAS CONTINUOS

### 10.6. MÉTODO DE EQUIPARACIÓN DE POLOS Y CEROS

### 10.7. TRANSFORMACIÓN Y RESPUESTA EN FRECUENCIA

## Ejes metodológicos de la asignatura

**Lección magistral:** En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.

**Aprendizaje basado en problemas:** Se utiliza el aprendizaje basado en problemas como método de promover el aprendizaje a partir de problemas seleccionados de la vida real.

## Plan de desarrollo de la asignatura

Semana	Metodología	Temario	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo
1-2	Clase magistral Problemas	SEÑALES Y SUS CARACTERÍSTICAS ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN EL DOMINIO DE LAPLACE	8	12
3-5	Clase magistral Problemas	RESPUESTA EN EL TIEMPO DE CIRCUITOS LINEALES RESPUESTA EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS LINEALES	12	18
6	Clase magistral Problemas	SEÑALES Y ANÁLISIS DE FOURIER	4	6
7-8	Clase magistral Problemas	TRANSFORMADA DE FOURIER Y SU APLICACIÓN	8	12
9-11	Clase magistral Problemas	DENSIDAD ESPECTRAL Y CORRELACIÓN MODULACIONES ANALÓGICAS	12	18

12-14	Clase magistral Problemas	PRINCIPIOS DE SISTEMAS DIGITALES MUESTREO Y RETENCIÓN	12	18
-------	------------------------------	--	----	----

## Sistema de evaluación

### Evaluación de la asignatura

Objetivos	Actividades de Evaluación	Criterios	%	Fechas	O/V (1)	I/G (2)	Observaciones
<b>Temas 1-6</b>	Prueba 1 examen escrito (*)		30%	Semana 9	O	I	El documento del trabajo de prácticas/problemas se entregará en la fecha propuesta
	Práctica/problemas 1		10%		V	I/G	

Temas 7-10	Prueba 2 examen escrito (*)		50%	Semana 15	O V	I I/G	El documento del trabajo de prácticas/problemas se entregará en la fecha propuesta
	Práctica/problemas 2		10%				
Recuperación de todo el temario	Recuperación Examen escrito	(**)	80%	Semana 17	O/V	I	

(1) Obligatoria / Voluntaria.

(2) Individual / Grupal.

(\*) Examen escrito consistente en problemas con documentación.

(\*\*) Ver texto explicativo de la evaluación

## Texto explicativo

Durante el semestre, se efectuarán 4 evaluaciones en forma de 2 pruebas escritas y dos documentos que den cuenta del estudio y del trabajo realizado durante las prácticas. Estos documentos tendrán una valoración máxima de 1 punto cada uno y no se considera ningún umbral de superación. Las 2 pruebas escritas se realizarán en las fechas fijadas por la EPS para este cometido.

En esta asignatura, por sus características, tiene poco sentido evaluar partes de su materia evitando los contenidos anteriores. Así, cada prueba escrita versará sobre toda la materia que se ha impartido hasta el momento.

La primera prueba escrita tendrá una valoración máxima de 3 puntos y se considerará aprobada si la nota es mayor o igual a 1.5 puntos. La segunda prueba escrita tendrá una valoración máxima de 5 puntos y se considerará aprobada si la nota es mayor o igual a 2.5 puntos.

Como la materia en cada prueba escrita es acumulativa, si la segunda prueba se supera, compensará la primera prueba si no ha sido superada con la mitad de su puntuación máxima (1.5 puntos).

-La nota total será la suma de las notas de las 4 evaluaciones. (Esta es la primera de las dos posibles vías de calificación que se contemplan).

-Si en la segunda prueba escrita se obtiene una nota inferior a 2.5 puntos, se deberá hacer uso de la actividad de recuperación, a realizar en la fecha fijada por la EPS. La prueba escrita de recuperación tendrá una valoración máxima de 8 puntos y se considerará superada si se obtiene una nota que sumada a las notas de prácticas y elaboración de documentos del estudio de prácticas es mayor o igual a 5 puntos. (Esta es la segunda vía)

Además:

Cualquier persona matriculada en esta asignatura, que haya realizado la 2ª prueba escrita, tanto si ha sido o no superada, podrá presentarse a la actividad de recuperación con objeto de aumentar la nota final. Si la 2ª prueba había sido superada la nota final nunca será inferior a la que habría obtenido por la primera vía.

## Bibliografía y recursos de información

### Bibliografía Básica:



## **Análisis de circuitos**

F. Clariá, J.A. Garriga, J. Palacín

Ed. Edicion de la Universitat de Lleida, 1999

## **Donald E. Scott.**

*Introducción al análisis de circuitos, un enfoque sistemático.*

Ed. Mc. Graw-Hill. 1988.

## **William H. Hayat Jr., Jack E. Kemmerly.**

*Análisis de circuitos en ingeniería.*

Ed. Mc. Graw-Hill. 1988.

## **A. Bruce Carlson.**

*Circuitos.*

Ed. Tomson. 2001

## **Bibliografía Ampliada:**

**Josep A. Edminister, Mahmood Nahvi.**

Schaum. *Circuitos Eléctricos*.

Ed. Mc. Graw-Hill. 1997

**J. D. Irwing.**

*Análisis básico de circuitos en ingeniería.*

Ed. Prentice Hall. 1997

**R. Sanjurjo Navarro, E. Lázaro Sanchez, P.de Miguel Rodríguez.**

Teoría de *circuitos eléctricos*.

Ed. Mc. Graw-Hill. 1997

**James W. Nilsson.**

*Circuitos Eléctricos*.

Ed. Addison Wesley Iberoamericana. 1995

**A. Gómez Expósito, J.A. Olivera Ortiz de Urbina.**

*Problemas resueltos de Teoría de Circuitos.*

Ed. Paraninfo. 1990

**Murray R. Spiegel.**

*Transformadas de Laplace.*

Ed. Mc. Graw-Hill. 1985

**M. Torres.**

*Circuitos integrados lineales.*

Ed. Paraninfo. 1985

**Gladwyn Lago, Lloyd M. Benningfield.**

*Teoría de sistemas y circuitos.*

Ed. Limusa. 1984

## **Señales y sistemas**

Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab

(segunda edición, 1997)Ed. Prentice Hall.

## **Tratamiento de la señal utilizando matlab v.4**

C. Sidney Burrus, James H. McClellan, Alan V. Oppenheim, Thomas W. Parks, Ronald W. Schafer, Hans W. Schuessler.

1997 Ed. Prentice Hall.

## **Tratamiento digital de señales**

John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis

1997 Ed. Prentice Hall.

## **Procesamiento de señales analógicas y digitales**

Ashok Ambardar

2002 Ed. Tomson.

## **Introducción a los sistemas de comunicación**

F.G. Stremler.

1993 Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.

## **Señales y sistemas continuos y discretos**

Samir S. Soliman, Mandyan D. Srinath

(segunda edición, 1999) Ed. Prentice Hall.

## **Sistemas de comunicación**

A. Bruce Carlson.

1975 Ed. McGraw-Hill.

## **Sistemas de comunicación**

B.P. Lathi.

1974 Ed. Limusa.

## **Sistemas digitales y analógicos, transformadas de Fourier, estimación espectral.**

Athanasios Papoulis.

1978 Ed. Marcombo.

## **Introducción a las señales y a los sistemas**

Douglas K. Lindner.

2002 Ed. Mc.Graw-Hill.

## **Estadística Modelos y Métodos, II Modelos Lineales y Series Temporales.**

D. Peña

1989. Ed. Alianza Editorial

## **Probabilidad y Estadística.**

Louis Maisel

1973. Ed. Fondo Educativo Interamericano S.A.