



## Programa de Señales y Sistemas

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Señales y Sistemas

### 2. CRÉDITOS

11 créditos.

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

En líneas generales, se pretende:

- dotar al estudiante de los conocimientos de modelado matemático y análisis de señales y sistemas, desarrollando la comprensión de su complejidad,
- familiarizar al estudiante con las herramientas matemáticas que permitan simplificar el modelado,
- comprender el comportamiento en régimen y transitorio de sistemas utilizando diferentes herramientas para cada caso,
- introducir la doble representación tiempo-frecuencia para señales y sistemas, a partir de la Transformada de Fourier para señales analógicas y discretas, así como el análisis espectral tanto para sistemas discretos como continuos,
- desarrollar la Teoría del Muestreo de señales analógicas y la simulación de sistemas analógicos por sistemas digitales
- introducir las herramientas de diseño de filtros digitales,
- transmitir que la matemática y la física brindan un soporte básico a las distintas áreas de la ingeniería eléctrica, reconociendo la interacción entre la formalidad matemática y la resolución práctica de problemas de ingeniería.

### **Objetivos Específicos**

**Objetivos específicos de la ganancia de curso:** Se pretende que al aprobar el curso de la asignatura el estudiante sea capaz de:

- describir matemáticamente señales y sistemas generales de una entrada y una salida, comprendiendo las propiedades básicas de los mismos,
- conocer las similitudes y diferencias entre sistemas discretos y continuos,
- incorporar el concepto de impulso y caracterizar un sistema lineal a través de su respuesta al impulso,
- comprender el concepto de respuesta en frecuencia de un sistema lineal y las ideas básicas de ancho de banda y filtrado de una señal,
- definir la Transformada de Fourier y su propiedades básicas, y resolver ejemplos sencillos.
- adquirir el concepto de muestreo y reconstrucción de una señal analógica, comprendiendo la relación necesaria entre la frecuencia de muestreo y el ancho de banda, siendo esta última la propiedad de la señal que le permite ser representada por sus muestras sin perder información.
- comprender el contexto de aplicación de las distintas herramientas de análisis dictadas en el curso.

**Objetivos específicos de la asignatura:** Se pretende que, al aprobar la asignatura, el estudiante haya alcanzado los objetivos de la ganancia de curso y además sea capaz de:

- modelar un sistema a través del producto convolución,
- usar herramientas para el análisis de señales y sistemas periódicos, en particular, series y transformadas de Fourier, análisis espectral, entre otros,
- ver las funciones exponenciales complejas como una base de funciones propias para sistemas lineales invariantes en el tiempo,
- generalizar el concepto de transformada de Fourier para el caso de señales no periódicas, con dominio de sus propiedades
- utilizar las transformada de Fourier como herramienta para la representación de una señal en el espacio de la frecuencia y el análisis de la respuesta en frecuencia de un sistema lineal
- enunciar y demostrar el Teorema de Muestreo y comprender su aplicación e importancia en los sistemas digitales,

- comprender el concepto de reconstrucción ideal, así como el muestreo real y la interpolación,
- describir el concepto de cuantización y error de cuantización, así como las ideas básicas de la conversión analógica-digital,
- definir la Transformada de Laplace para funciones y demostrar sus propiedades principales,
- definir la Transformada Z para funciones en tiempo discreto y demostrar sus propiedades principales,,
- describir cualitativamente la relación entre la respuesta temporal de un circuito y la posición de los polos de la transferencia;
- comprender el concepto de transformación de una señal como su representación en otro espacio más conveniente para su análisis
- seleccionar la transformada específica para el análisis del problema a estudiar
- describir el concepto y definición de estabilidad BIBO de un sistema de una entrada-una salida, y su análisis a partir de las transformadas Z y de Laplace,
- integrar los conocimientos de ciencias básicas (matemática y física) adquiridos hasta el momento y utilizarlo para modelar sistemas, demostrar sus propiedades y realizar simulaciones básicas
- realizar en la práctica el proceso de modelado, simulación y verificación de sistemas físicos sencillos.

La lista precedente no debe entenderse como una enumeración exhaustiva.

#### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se dictarán semanalmente dos clases teóricas de dos horas cada una y una clase práctica de dos horas. En las clases teóricas se presentarán los temas de forma expositiva, conectando con ejemplos de aplicación en diferentes áreas. En las clases prácticas se realizarán ejercicios que permitirán la comprensión de los temas adquisición así como formar las habilidades en el uso de herramientas y modelado para el análisis de sistemas. Se realizarán actividades de demostración y simulación de sistemas reales. El curso finaliza con charlas de exposición de ejemplos puntuales de ingeniería en la aplicación de los temas abordados; estas charlas serán dadas por docentes y profesionales en esas áreas.

#### 5. TEMARIO

Incluye una descripción general de los grandes temas del curso y de los subtemas incluidos en cada uno de ellos.

#### 1 INTRODUCCIÓN

Resumen del curso, objetivo, modalidad de aprobación, laboratorios, conocimientos previos requeridos.

#### 2 SEÑALES Y SISTEMAS

Señales continuas y discretas, señales periódicas, exponenciales y sinusoidales  
Las funciones impulso unitario y escalón unitario. Sistemas continuos y discretos.  
Propiedades: memoria, causalidad, estabilidad, invariancia en el tiempo, linealidad.

#### 3 SISTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO

Representación de señales continuas y discretas en términos de impulsos, suma e integral de convolución, respuesta al impulso.  
Propiedades de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Funciones singulares: impulso unitario, y su definición mediante la convolución. Sistemas caracterizados por ecuaciones diferenciales o de diferencias.

#### 4 REPRESENTACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS EN SERIES DE FOURIER

Respuesta de sistemas LTI a exponenciales complejas. Convergencia y propiedades de las series de Fourier, Parseval. Series de Fourier de señales periódicas discretas. Serie de Fourier y sistemas LTI, filtrado.

#### 5 TRANSFORMADA DE FOURIER DE TIEMPO CONTINUO

Definición, propiedades, Parseval, convolución. Ejemplos. Sistemas definidos por ecuaciones diferenciales lineales.

#### 6 TRANSFORMADA DE FOURIER DE TIEMPO DISCRETO

Definición, propiedades, Parseval, convolución. Dualidad entre la transformada de Fourier de tiempo discreto y la serie continua de Fourier. Transformada discreta de Fourier, propiedades.

#### 7 CARACTERIZACIÓN EN TIEMPO Y FRECUENCIA DE SEÑALES Y SISTEMAS

Representación de la magnitud y fase de la transformada de Fourier, y de la respuesta en frecuencia de un sistema LTI.  
Filtros ideales selectivos en frecuencia, sistemas continuos de primer y segundo orden, diagramas de Bode.  
Sistemas discretos de primer y segundo orden, ejemplos de filtros discretos.

8 MUESTREO

Teorema de muestreo. Muestreo con tren de impulsos, y con un retenedor de orden cero. Reconstrucción y solapamiento. Procesamiento en tiempo discreto de señales en tiempo continuo. Cambio de frecuencia de muestreo. Procesamiento discreto de señales continuas. Cuantización.

9 SISTEMAS DE COMUNICACION

Modulación señales de tiempo continuo (AM, FM). Modulación de señales de tiempo discreto (PAM). Multiplexación.

10 TRANSFORMADA DE LAPLACE

Definición, región de convergencia, transformada inversa, diagrama de polos y ceros, propiedades, convolución. Análisis y caracterización de los sistemas LTI usando la transformada de Laplace.

11 TRANSFORMADA Z

Definición, región de convergencia, transformada z inversa, propiedades, diagrama de polos y ceros. Sistemas de primer y segundo orden. Sistemas LTI caracterizados por ecuaciones de diferencias. Diseño de filtros digitales.

12 SISTEMAS LINEALES REALIMENTADOS

Diseño de un sistema inverso, estabilización de sistemas inestables.

13 Charlas de aplicaciones: imágenes, sincrofasores, machine learning, control, comunicaciones.

6. BIBLIOGRAFÍA

Identificación de las publicaciones básicas y complementarias adecuadas para el buen seguimiento del curso. Se debería observar la disponibilidad de estos textos, tanto en la Biblioteca de Facultad como en el mercado. En caso de existir varios textos principales, indicar para qué tema aporta cada uno. La referencia bibliográfica deberá darse de la siguiente forma:

Tema	Básica	Complementaria
SEÑALES Y SISTEMAS	(1)	
SISTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO	(1)	
REPRESENTACIÓN DE SEÑALES PERIODICAS EN SERIES DE	(1)	

FOURIER		
TRANSFORMADA DE FOURIER DE TIEMPO CONTINUO	(1)	
TRANSFORMADA DE FOURIER DE TIEMPO DISCRETO	(1)	
CARACTERIZACION EN TIEMPO Y FRECUENCIA DE SEÑALES Y SISTEMAS	(1)	
MUESTREO	(1)	
SISTEMAS DE COMUNICACION	(1)	
TRANSFORMADA DE LAPLACE	(1)	
TRANSFORMADA Z	(1)	
SISTEMAS LINEALES REALIMENTADOS	(1)	

### 6.1 Básica

1. Oppenheim, Alan V., and Alan S. Willsky. Señales y Sistemas. 2a. ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998

### 6.2 Complementaria

2. B. Lathi Signal Processing and Linear Systems Berkeley-Cambridge Press 1998
3. Pablo Monzón, Juan Piquinela, "Notas de Apoyo al Curso: Sistemas Lineales en Régimen Permanente" 2017.  
(online) <https://eva.fing.edu.uy/mod/resource/view.php?id=32476>
4. Haykin, Simon S., and Barry Van Veen. Señales y Sistemas. México, D.F.: Limusa, 2001.

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Teoría de circuitos, ecuaciones diferenciales, modelo de sistemas físicos, cálculo diferencial e integral, álgebra lineal.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Probabilidad, programación.

**ANEXO A**  
**Para todas las Carreras**

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

**A1) INSTITUTO**

Instituto de Ingeniería Eléctrica

**A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Tema 1 (4 hs de clase 2T+2P). Tema 2 (2 hs de clase 2T).
Semana 2	Tema 2 (4 hs de clase 2T+2P). Tema 3 (2 hs de clase 2T) .
Semana 3	Tema 3 (6hs de clase 4T+2P)
Semana 4	Tema 4 (6hr de clase 4T+2P).
Semana 5	Tema 5 (6 hs de clase 4T+2P).
Semana 6	Tema 6 (6 hs de clase 4T+2P).
Semana 7	Tema 7 (6hs de clase 4T+2P) .
Semana 8	Tema 8 (6hs de clase 4T+2P)
Semana 9	Tema 8 (5 hr de clase 2T+1P+2L) Tema 9 (3 hs 2T+1PL)
Semana 10	Tema 9 (6 hs de clase 4T+2P)
Semana 11	Tema 9 (2hs de clase L) Tema 10 (6hs de clase 4T+2P)
Semana 12	Tema 11 (6 hs de clase 4T+2P)
Semana 13	Tema 12 (2 hs de clase 2T) Tema 13 (2 hs de clase T)
Semana 14	Tema 12 (2 <u>hs</u> de clase L) Tema 13 (2hs de clase T)
Semana 15	

**A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Se realizarán dos pruebas parciales durante el curso, cada una de 50 puntos. De acuerdo al total de los puntos acumulados en las evaluaciones el estudiante podrá: (a) aprobar la asignatura acumulando 60 o más puntos, (b) ganar el curso acumulando 25 o más y menos de 60 puntos debiendo dar el examen para aprobar la asignatura, o (c) reprobado la asignatura acumulando menos de 25 puntos.

El examen consistirá en una prueba con contenidos teóricos y prácticos.

**A4) CALIDAD DE LIBRE**

Si.

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Cupos: No tiene.

## ANEXO B para la carrera Ingeniería Eléctrica

### B1) ÁREA DE FORMACIÓN

La unidad curricular aporta 4 créditos al área Matemática y 7 créditos al área Fundamentos de Ingeniería Eléctrica.

### B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Exámenes de Física 1, Física 3, Física Experimental 1, Geometría y Algebra Lineal 1 y 2, Cálculo dif. e int. en una variable y Cálculo dif. e int. en varias variables;  
cursos de Ecuaciones Diferenciales y Teoría de Circuitos;  
35 créditos en el área Física y 50 en Matemática.

Examen: el curso de la unidad curricular.

APROB. RES. CONSEJO DE FAC.

FECHA: 19/02/19 Exp. 060180-001389.18