



Programa de Señales y Sistemas

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Señales y Sistemas.

2. CRÉDITOS

10.

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Generales:

Impartir al estudiante conocimientos del modelado matemático de señales y sistemas. Se pretende que el estudiante se comprenda la complejidad de dicho modelado y se familiarice con las herramientas matemáticas que permitan simplificar ese proceso, mediante el análisis espectral tanto para sistemas discretos como continuos. Comprender el comportamiento en régimen y transitorio de sistemas utilizando diferentes herramientas para cada caso.

Específicos:

Se pretende que al aprobar la asignatura el estudiante sea capaz de:

- ⑩ Describir matemáticamente señales y sistemas generales de una entrada y una salida, comprendiendo las propiedades básicas de los mismos.
- ⑩ Conocer las similitudes y diferencias entre sistemas discretos y continuos.
- ⑩ Dominar el análisis de señales y sistemas periódicos utilizando series de Fourier y formalizar el manejo previo de comportamiento espectral de una señal.
- ⑩ Generalizar el análisis espectral para el caso de señales no periódicas.
- ⑩ 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.
- ⑩ Comprender la generalización de las teorías de cálculo diferencial e integral para señales no ideales provenientes de sistemas reales.
- ⑩ Ser capaz de realizar en la práctica el proceso de modelado, simulación y verificación de un sistema físico sencillo.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se dictarán semanalmente clases teóricas y prácticas que se complementarán con trabajo fuera del aula. Se incentivará el aprendizaje activo por parte del estudiante mediante las lecturas dirigidas, la entrega periódica de trabajos prácticos y la realización de un proyecto final.

El dictado del curso tendrá un formato semanal, compuesto por cuatro horas de clases teóricas y dos horas de clases prácticas. Habrá consultas previas a las instancias de evaluación y un foro virtual de discusión a partir del cual se planteen y trabajen dudas comunes. Se propone la realización de un trabajo práctico por cada unidad temática, algunos de los cuales implicarán el modelado, simulación e implementación experimental de sistemas físicos reales que respondan a ecuaciones diferenciales lineales de primer o segundo orden. En este sentido, la última unidad del programa (proyecto final) posee un carácter integrador que le permitirá al alumno aproximarse a una aplicación real, ejercitando el uso de las herramientas adquiridas a lo largo de todo el curso en el contexto de un problema real.

	Teórico	Práctico	Taller	Estudio	Total
Total	40	40	40	30	150
No presenciales		28	30	30	88
Presenciales	40	12	10	0	62

5. TEMARIO

Unidad 1: Introducción a la teoría de señales

Concepto de señal. Clasificación de señales. Ejemplos en la ingeniería y en el campo biológico-biomédico. Operaciones básicas sobre las señales: transformaciones lineales y no lineales del tiempo y el codominio. Señales analógicas, discretas, cuantizadas y digitales. Conversión A/D: muestreo y cuantización. La señal como vector en R^n . Espacio de señal. Generalidades. Distintas normas de señal. Correlato en tiempo continuo y en tiempo discreto de la función pulso, función impulso, función escalón y función rampa. Propiedades de la función impulso: propiedad de filtrado, funciones equivalentes.

Unidad 2: Introducción a la teoría de sistemas

Concepto de sistema. Clasificación de sistemas según causalidad, estabilidad, memoria. Ejemplos. Relación entre sistema y señal. Disposición de los sistemas: serie (o cascada), paralelo, combinaciones. Introducción al álgebra de bloques. Propiedades.

Unidad 3: Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)

Definición de sistema LTI. Propiedades: linealidad e invarianza temporal. Representación con álgebra de sistemas. Respuesta al impulso discreta: Sistemas FIR e IIR. Sistemas AR, MA y ARMA. Respuesta de un sistema LTI: convolución discreta lineal y circular. Respuesta al impulso continua. Integral de convolución. Interpretación gráfica.

Unidad 4: Análisis de Fourier en tiempo continuo

Señales analógicas periódicas. Serie compleja de Fourier. Espectros discretos de amplitud/magnitud, de fase y de potencia. Teorema de Parseval. Señales analógicas no-periódicas. Transformada continua

de Fourier (CFT). Propiedades. Aplicaciones: AM y FM. Espectros continuos de amplitud/magnitud, de fase y de potencia. Relación entre la transformada y la serie de Fourier.

Unidad 5: Análisis de Fourier en tiempo discreto

Señales discretas periódicas. Transformada de Fourier de una secuencia discreta en el tiempo (DTSFT). Propiedades. Frecuencia discreta y resolución frecuencial (Δf). Transformada discreta de Fourier (DFT). Transformada rápida de Fourier (FFT). Relación entre CFT, DTSFT, DFT y FFT. Aplicaciones.

Unidad 6: Muestreo y cuantización

Muestreo y resolución temporal. Teorema de muestreo. Reconstrucción ideal. Muestreo real. Interpolación. Aliasing. Cambio de frecuencia de muestreo. Cuantización: ADC. Error de cuantización. Implementación de sistemas de tiempo continuo mediante su equivalente en tiempo discreto.

Unidad 7: Transformadas de Laplace

Transformada de Laplace y su inversa. Región de convergencia. Propiedades. Análisis de sistemas LTI con transformadas de Laplace. Sistemas de primer y segundo orden. Relación geométrica con la transformada de Fourier.

Unidad 8: Transformada Z

Transformada Z y su inversa. Región de convergencia. Análisis y caracterización de sistemas LTI mediante transformada Z. Relación entre transformadas Z y de Fourier. Transformación entre sistemas de tiempo continuo y tiempo discreto.

Unidad 9: Aplicaciones y transformadas especiales

Filtros selectivos en frecuencia, ideales/reales, en tiempo continuo y discreto. Diseño de filtros en tiempo discreto a partir de filtros en tiempo continuo. Función de autocorrelación, correlación cruzada, función de coherencia. Transformada *wavelet*, análisis de componentes principales (PCA). Ejemplos de otras transformadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Unidad	Tema	Básica	Complementaria
1	Introducción a la teoría de señales.	[1,2]	[3]
2	Introducción a la teoría de sistemas.	[1,2]	[3]
3	Sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo.	[1,2]	[3,4]
4	Análisis de Fourier en tiempo continuo.	[1,2]	[3,4]
5	Análisis de Fourier en tiempo discreto.	[1,2]	[3]
6	Muestreo y Cuantización.	[1,2]	[3]
7	Transformadas de Laplace.	[1,2]	[3]
8	Transformada Z.	[1,2]	[3]
9	Aplicaciones y transformadas especiales.	[1,2]	[3]

6.1 Básica

1. *Oppenheim, Alan V., y A. S. Willsky. Señales y Sistemas. Segunda Edición. Prentice Hall, 1982. ISBN: 9780138097318.*
2. *Luis F. Chaparro. Signals and Systems using MATLAB. 2nd Edition. ISBN-13: 978-0123747167*

6.2 Complementaria

3. *Cardelino, J. Diapositivas del curso de Señales y Sistemas, 2016.*
4. *Oran Brigham, E. The Fast Fourier Transform and its applications. Prentice Hall, 1988. ISBN-13: 978-0133075052*

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos

Cálculo diferencial e integral; álgebra lineal; ecuaciones diferenciales lineales; métodos numéricos, teoría de circuitos.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados

Termodinámica, programación.

ANEXO A

A1) INSTITUTO

Departamento de Ingeniería Biológica. CENUR Litoral Norte.

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Unidad	Tema	Teórico	Práctico	Taller	Estudio	Semanas	Clases
1	Señales	4	4			1	2
2	Sistemas	2	2			1	1
3	Sistemas LTI	4	4			1	2
4	Fourier Continuo	9	9			3	6
5	Fourier Discreto	4	4			1	2
6	Muestreo	6	6			2	3
7	Laplace	4	4			1	2
8	Transformada Z	4	4			1	2
9	Aplicaciones	3	3	40		1	2
	Sub-Total	40	40	40	30	12	22
	Total	150					

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El método de evaluación consta de dos instancias diferentes: trabajos prácticos y proyecto final. Los trabajos prácticos serán realizados durante el semestre y la aprobación de los mismos implicará la ganancia del curso. El proyecto final se realizará luego de finalizado el curso y es considerado una instancia de examen. La unidad curricular no es exonerable.

La nota final se calculará como un promedio ponderado de los trabajos prácticos y el proyecto final. Los trabajos prácticos tendrán un peso mayor al del proyecto final. A modo de ejemplo, se propone una ponderación de 60% para los trabajos prácticos y 40% para el proyecto final.

Trabajos Prácticos:

La primera instancia consiste de una serie de trabajos prácticos de laboratorio que se realizan durante el transcurso del semestre. Dichas actividades comprenden el modelado de sistemas físicos reales, la caracterización matemática de dichos modelos, la resolución analítica y numérica de los mismos.

La nota de ganancia del curso, correspondiente a los trabajos prácticos se reparte de forma ponderada entre cada instancia, utilizando una ponderación aproximadamente uniforme. Un trabajo práctico se considera suficiente con un mínimo del 25% en la actividad implicada. Para lograr la ganancia del curso se deberán cumplir dos condiciones:

⑩ alcanzar la suficiencia en todos los trabajos prácticos y se permitirá como máximo uno insuficiente.

⑩ obtener una nota promedio de al menos 60% en los mismos.

No se brindará instancia de recuperación de los trabajos prácticos.

En caso de no cumplimentar con los requerimientos mínimos, el alumno deberá recurrar la asignatura de manera íntegra.

Proyecto Final:

La segunda instancia de evaluación consiste en la implementación de un proyecto diseñado y propuesto por el equipo docente. El mismo se podrá comenzar *únicamente* luego de haber ganado el curso. Las actividades realizadas deberán ser correctamente documentadas en un informe escrito y defendidas en una presentación oral, debiendo además presentar la respuesta a una pregunta conceptual planteada por los docentes.

El proyecto final podrá ser defendido en todos los períodos de examen comprendidos entre el fin de la edición del curso y el comienzo de la edición siguiente.

Aclaración: el estudiante deberá inscribirse a la mesa de examen en bedelía cuando se encuentre en condiciones de ser evaluado.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No se podrá acceder a la calidad de libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

No existen cupos para la unidad curricular.

ANEXO B: para la carrera de Licenciatura en Ingeniería Biológica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Esta unidad curricular otorga 10 créditos en el área de Señales y Sistemas.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

- ⑩ Al menos 50 créditos en el área de Matemática.
- ⑩ Al menos 15 créditos en el área de Física.
- ⑩ Aprobación del examen de Teoría de Circuitos.
- ⑩ Ganancia del curso de Ecuaciones Diferenciales.

Examen:

- ⑩ Examen del curso de Ecuaciones Diferenciales.
- ⑩ Ganancia del curso de Señales y Sistemas.

ANEXO C: ejemplo de implementación

C1. EJEMPLO DE PROYECTO FINAL

Al comienzo del curso se presentará la temática del proyecto, que consistirá en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el curso y ejercitados en los trabajos prácticos, a la eliminación de interferencias en señales de electrocardiograma.

Para ello se proveen señales de ECG contaminadas con ruido de alta y baja frecuencia. Los registros electrocardiográficos fueron obtenidos de la base de datos de arritmias del MIT-BIH. Las señales a utilizar tendrán ruido de alta o baja frecuencia y el estudiante deberá caracterizar el mismo para definir la estrategia de filtrado.

Para el filtrado se empleará un sistema de primer orden estudiado en profundidad en el conjunto de los trabajos prácticos del curso. Se deberá adaptar el mismo para lograr el filtrado deseado.