



# **TEMARIO DE CURSO**

## **PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES**

### **INAOE**

### **OTOÑO 2017**

*Versión: 11 de Agosto de 2017*

#### **INSTRUCTORA**

Dra. María del Pilar Gómez Gil

#### **OBJETIVO DEL CURSO**

Este curso ayudará al o a la estudiante a comprender técnicas básicas empleadas en distintas aplicaciones de procesamiento de señales. El curso está dirigido a estudiantes con antecedentes en ciencias y sistemas computacionales. Incluye una introducción a la teoría de señales y sistemas y una revisión de los principales algoritmos usados en el procesamiento digital de señales. El curso está orientado a los aspectos prácticos del procesamiento digital de señales, con especial énfasis en aplicaciones en distintas áreas de las ciencias computacionales.

Al final de curso se espera que los estudiantes comprendan y manejen de manera práctica:

- Conceptos de señales y sistemas.
- Conceptos teóricos básicos del procesamiento digital de señales.
- Métodos y técnicas para procesamiento digital de señales.
- Aplicaciones del procesamiento digital de señales.

#### **MÉTODO DE TRABAJO**

El curso incluye sesiones presenciales dos veces a la semana, a las cuales es muy importante asistir. Se espera que los estudiantes revisen los temas del día con anterioridad en el libro de texto o alguna(s) otras fuentes. La instructora presentará un resumen de los temas del día y se iniciará una discusión. Asimismo, los estudiantes presentarán algún tema asignado en el transcurso del semestre.

El curso se impartirá en dos sesiones de 1:20 horas por semana. Se considera que en el periodo habrá 15 semanas de clases y que 3 sesiones se

destinarán a exámenes, por lo que se dispone de 27 sesiones para clases teóricas.

El libro que se utilizará como texto del curso es (Smith, 1999. Para la parte práctica, se realizarán ejercicios y tareas usando la versión institucional de MatLab 2017A, por lo que los estudiantes deberán solicitar su instalación y aprender a manejarlo lo más pronto posible.

## CONTENIDO DEL CURSO

Semana	Tema
1	<b>O. Introducción al Curso</b> <b>I. Lo ancho y profundo de PDS</b> - las raíces de PDS - procesamiento de audio - procesamiento de Imagen <b>II. Estadística, Probabilidad y Ruido</b> - terminología de Señales y Gráficas - Media y Desviación estándar
	Señales vs. Procesos Histograma, PMF y PDF Distribución normal Generación de ruido digital Precisión y Exactitud
2	<b>III. ADC y DCA</b> Cuantización Teorema de Muestreo Conversión Análogo-Digital
	<b>IV. Sistemas Lineales</b> Señales y Sistemas Requerimientos de linealidad Linealidad Estática y Fidelidad Sinusoidal
3	Ejemplos de sistemas lineales y no lineales Propiedades especiales de linealidad Super-posición: el fundamento de DSP Descomposiciones populares Alternativas a linealidad
	<b>V. Convolución</b> La función delta y la respuesta al impulso Convolución El algoritmo “input side” El algoritmo “output side” Suma de entradas ponderadas
4	<b>VI. Propiedades de la convolución</b> Respuestas al impulso comunes Propiedades matemáticas Correlación

	<b>VII. La transformada discreta de Fourier (DFT)</b> La familia de transformadas de Fourier Notación y formato de la DFT real La variable independiente en el dominio de frecuencia
5	Funciones base DFT Síntesis, calculando la inversa DFT Análisis, calculando la DFT Dualidad Notación polar
	<b>Primer examen parcial</b>
6	<b>VIII. Aplicaciones de la DFT</b> Análisis espectral de señales Respuestas de frecuencia Convolución en el dominio de la frecuencia
	<b>IX. Propiedades de la transformada de Fourier</b> Linealidad en la transformada de Fourier Características de la fase Naturaleza periódica de la DFT Multiplicación de señales (Modulación en amplitud) La transformada de Fourier discreta temporal (DTFT)
7	<b>X. Pares de la transformada de Fourier</b> Pares de la función delta La función sinc Otros pares de transformadas Armónicos
	<b>XI. La transformada de Fourier rápida (FFT)</b> Funcionamiento de la FFT Comparaciones de velocidad y precisión Incrementos de velocidad
8	<b>Examen parcial</b>
	Discusión general de temas
9	<b>XII. Introducción a filtros digitales</b> Conceptos básicos de filtros Como se representa la información en señales Parámetros en el dominio del tiempo Parámetros en el dominio de la frecuencia Filtros pasa altas, pasa-bajas y rechazo-bandas Clasificación de filtros
	<b>XIII. Filtros “moving-average”</b> Implementación por convolución Reducción de ruido vs. Respuesta de paso Respuesta de frecuencia Relatividades del filtro “moving-average” Implementación recursiva
10	<b>XIV. Wavelets</b> Teoría de wavelets: wavelet continua y discreta Wavelets madre y funciones wavelet
	Filtros y funciones de escalamiento Comparación con la Transformada de Fourier

	<b>Segundo examen parcial</b>
11	Transformaciones wavelets Aplicaciones
	<b>XV. Teoría de la información</b> Entropía Teoría de codificación Aplicaciones
12	<b>XVI. Procesamiento de Audio</b> El oído humano Timbre
	Calidad de sonido contra razón de muestreo Síntesis de voz y reconocimiento
13	<b>XVII Formación de imágenes y “display”</b> Estructura de una imagen digital Ajustes de brillantez y contraste Transformaciones de escala de grises
	<b>XVIII. Procesamiento de imagen lineal</b> Convolución Análisis de Fourier para imágenes Convolución FFT
14	<b>XIX. Técnicas especiales de imagen</b> Resolución espacial Razón señal a ruido Procesamiento morfológico en imágenes Compresión de datos
15	Conclusiones generales
16	<b>Examen y presentación final</b>

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Smith, Steven W. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, Second Edition, 1999, California Technical Publishing

Smith, Steven W. Digital Signal Processing. A Practical Guide for Engineers and Scientist. Amsterdam: Newnes, Elsevier Science. 2003. ISBN: 0-750674-44-X. Disponible en biblioteca INAOE: TK5102.9/S568/2003/BLE13957

Proakis, JG and Manolakis, DG 1996. Digital Signal processing. Principles, Algorithms and Applications. Third edition. Prentice Hall.

Weeks, Michael. Digital Signal Processing Using Matlab ® and Wavelets. Hingham (Boston): Infinity Science Press, 2007.

Stewart, R.W. and M.W. Hoffman. Digital Signal Processing, An “A” to “Z”, , 1998, BlueBox Multimedia.

EIAli, Taan S. Discrete Systems and Digital Signal Processing with Matlab®. Boca Raton: CRC Press. 2004. Disponible en biblioteca INAOE: TK5102.9/E35/2004/BLE14086.

John L. Semmlow. Elements of Information Theory, Cover & Thomas, Wiley, 2nd Ed, 2005

Biosignal and Medical Image Processing., 2009 CRC Press.

C. sydeney Burrus, Ramesh A. Gopinath, and Haitao Guo. Introduction to wavelets and wavelet transforms: a primer. QA403.3B87 1998 BLE10647

### **EVALUACIÓN DEL CURSO**

El curso se evaluará de la siguiente manera

2 exámenes parciales.....40%

1 examen final.....30%

Tareas y trabajos.....30%

### **CODIGO DE ETICA**

El/la estudiante debe observar en todas las actividades del curso, el comportamiento ético adecuado para cualquier profesional de ingeniería o ciencias. Asimismo, deberá cumplir con las observaciones sobre ética descritas en el Manual de Posgrado del INAOE. Como un ejemplo de Código de Ética consultar el de la IEEE ([www.ieee.org](http://www.ieee.org)) o de la ACM ([www.acm.org](http://www.acm.org)).