

**PROCESAMIENTO DE  
SEÑALES E IMÁGENES  
DIGITALES  
2018-1**

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

CURSO	PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES
CLAVE	IEE239
CRÉDITOS	4
HORAS DE DICTADO	CLASE: 3 Semanal LABORATORIO: 2 Semanal EXAMEN:
HORARIO	TODOS
PROFESORES	STEFANO ENRIQUE ROMERO GUTIERREZ RENÁN ALFREDO ROJAS GÓMEZ

**II. PLANES CURRICULARES DONDE SE DICTA EL CURSO**

ESPECIALIDAD	ETAPA	NIVEL	CARÁCTER	REQUISITOS
INGENIERÍA MECATRÓNICA	PREGRADO EN FACULTAD	8	OBLIGATORIO	EST218 ESTADÍSTICA PARA INGENIERÍA [07] y IEE238 ELECTRÓNICA BÁSICA [07]

**Tipos de requisito**

- 04 = Haber cursado o cursar simultáneamente
- 05 = Haber aprobado o cursar simultáneamente
- 06 = Promedio de notas no menor de 08
- 07 = Haber aprobado el curso

**III. DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

El propósito del curso es presentar los conceptos básicos necesarios para analizar una secuencia discreta multidimensional de datos. Se incluyen técnicas como el Teorema de muestreo (Nyquist), Transformada discreta de Fourier, diseño de filtros digitales, así como técnicas de procesamiento de imágenes como ecualización de histogramas, filtros espaciales, Transformada discreta de Fourier bidimensional y técnicas de segmentación.

El contenido del curso está orientado a desarrollar habilidades y destrezas en el empleo de dichas técnicas, a fin de que el futuro profesional pueda tomar las decisiones correctas en toda actividad que involucre su aplicación. Los conceptos teóricos son aplicados a problemas clásicos, a partir de sesiones de laboratorio. Asimismo, se utilizará, intensivamente, entornos de simulación y lenguaje de alto nivel para ilustrar la teoría expuesta.

**IV. SUMILLA**

El alumno aprenderá los temas básicos relacionados al procesamiento digital de señales e imágenes. Muestreo de señales, convolución y correlación, transformada de Fourier, análisis tiempo-frecuencia, filtros digitales, técnicas básicas del procesamiento de imágenes, procesamiento de imágenes digitales en el dominio de la frecuencia, segmentación de imágenes, eliminación de ruido y deconvolución, aplicaciones.

**V. OBJETIVOS**

Al concluir el curso, los alumnos estarán en capacidad de

- Analizar señales empleando algoritmos matemáticos
- Realizar un análisis espectral a diversos tipos de señales
- Aplicar filtros digitales a señales
- Comprender las técnicas básicas de procesamiento de imágenes

## **VI. PROGRAMA ANALÍTICO**

### **UNIDAD 1 PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES (24 horas)**

Capítulo 1: Señales y sistemas discretos (3 horas)

- 1.1 Concepto de frecuencia en señales en tiempo discreto
- 1.2 Muestreo y discretización de señales analógicas
- 1.3 Teorema de Nyquist
- 1.4 Propiedades de señales en tiempo discreto
- 1.5 Propiedades de sistemas en tiempo discreto
- 1.6 Análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)
- 1.7 Convolución en sistemas discretos

Capítulo 2: Sistemas LTI y transformada Z (6 horas)

- 2.1 Respuesta al impulso de sistemas LTI
- 2.2 Representación de sistemas LTI a partir de ecuaciones de diferencias
- 2.3 Implementación de sistemas LTI
- 2.4 Correlación de señales de tiempo discreto
- 2.5 Definición y propiedades de la transformada Z
- 2.6 Expresión racional de la Transformada Z
- 2.7 Métodos de inversión de la transformada Z
- 2.8 Análisis de sistemas LTI a partir de la transformada Z

Capítulo 3: Análisis en frecuencia de señales y sistemas (3 horas)

- 3.1 Introducción al espectro de frecuencia
- 3.2 Relaciones básicas entre dominio de tiempo y dominio de frecuencia
- 3.3 Muestreo y reconstrucción de señales analógicas
- 3.4 Cambio de tasa de muestreo: upsampling, downsampling, interpolation, decimation
- 3.5 Análisis en frecuencia de sistemas discretos

Capítulo 4: Series y transformada de Fourier (3 horas)

- 4.1 Series y transformada de Fourier para señales y sistemas en tiempo continuo
- 4.2 Propiedades de la transformada de Fourier en tiempo continuo
- 4.3 Series y transformada de Fourier para señales y sistemas en tiempo discreto
- 4.4 Propiedades de la transformada de Fourier en tiempo discreto

Capítulo 5: Transformada discreta de Fourier (3 horas)

- 5.1 Muestreo en frecuencia de la transformada de Fourier en tiempo discreto
- 5.2 Relación entre la transformada de Fourier y la transformada Z
- 5.3 Convolución circular
- 5.4 Propiedades de la transformada discreta de Fourier
- 5.5 Algoritmos eficientes para el cálculo de la transformada discreta de Fourier

Capítulo 6: Diseño de filtros digitales (6 horas)

- 6.1 Métodos de diseño de filtros de respuesta al impulso finita: enventanado y muestreo en frecuencia
- 6.2 Métodos de diseño de filtros de respuesta al impulso infinita: invarianza del impulso y transformación bilineal
- 6.3 Diseño de filtros analógicos: Butterworth y Chebyshev
- 6.4 Filtros Wiener

### **UNIDAD 2 PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES (15 horas)**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES**

Capítulo 7: Introducción al procesamiento digital de imágenes (3 horas)

- 7.1 Elementos de Percepción Visual
- 7.2 Sensado y Adquisición de Imágenes
- 7.3 Muestreo y Cuantización de Imágenes
- 7.4 Relaciones Básicas entre píxeles.
- 7.5 Transformaciones espaciales

Capítulo 8: Mejora de imágenes en el dominio espacial (3 horas)

- 8.1 Transformaciones de intensidad
- 8.2 Ecualización de histograma
- 8.3 Operaciones morfológicas básicas
- 8.4 Transformaciones espaciales
- 8.5 Convolución bidimensional
- 8.6 Image smoothing, image sharpening

Capítulo 9: Mejora de imágenes en el dominio de frecuencia (3 horas)

- 9.1 Transformada de Fourier bidimensional
- 9.2 Propiedades de la transformada de Fourier bidimensional
- 9.3 Filtrado a partir de producto en frecuencia
- 9.4 Image smoothing en el dominio de frecuencia
- 9.5 Image sharpening en el dominio de frecuencia

Capítulo 10: Segmentación de imágenes (6 horas)

- 10.1 Detección de Discontinuidades.
- 10.2 Técnicas para la detección de bordes: Marr-Hildreth, Canny, Hough
- 10.3 Técnicas de segmentación local: Split and Merge
- 10.4 Técnicas de umbralización: Rosin, Otsu
- 10.5 Segmentación basada en movimiento
- 10.6 Segmentación a color

## **VII. METODOLOGÍA**

Se promueve la participación activa de los estudiantes, mediante preguntas y respuestas para facilitar la comprensión de los temas estudiados. El material se mostrará en diferentes medios educativos, como las presentaciones multimedia, transparencias y trabajo en pizarra; cada uno de los cuales será utilizado para propósitos distintos.

Dentro de la evaluación, se considerará el desarrollo de trabajos grupales.

## **VIII. EVALUACIÓN**

### **Sistema de evaluación**

Nº	Código	Tipo de Evaluación	Cant. Eval.	Forma de aplicar los pesos	Pesos	Cant. Eval. Eliminables	Consideraciones adicionales	Observaciones
1	Pb	Práctica tipo B	5	Por Promedio	Pb=2	0		
2	Ex	Examen	2	Por Evaluación	Ex1=3 Ex2=4			

### **Fórmula para el cálculo de la nota final**

$$(2Pb + 3Ex1 + 4Ex2) / 9$$

Ev. Remedial PUCP-UPCH se aplica sólo para alumnos del convenio PUCP-UPCH de la siguiente forma:

- Si el alumno falta a uno de los exámenes parciales, el examen remedial reemplaza a dicha falta y el promedio se calcula de acuerdo a la fórmula de calificación del curso.
- Si el alumno asiste a todos los exámenes parciales y desaprueba el promedio final del curso con una nota mayor o igual a 08, el promedio del curso será 11 si el alumno aprueba el examen remedial. El promedio del curso no se modifica si el alumno desaprueba el examen remedial.

Aproximación de los promedios parciales No definido

Aproximación de la nota final No definido

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

### **Referencia obligatoria**

- Libro  
Balmer, L. (Leslie)  
1991  
Signals and systems : an introduction  
*New York : Prentice-Hall, 1991*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:63415/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:63415/one)
- Libro  
Gonzalez, Rafael and Richard E. Woods  
2008  
Digital image processing  
*Prentice Hall*
- Libro  
Gonzalez, Rafael C.  
2004  
Digital image processing using MATLAB  
*Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall, 2004*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:381479/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:381479/one)
- Libro  
González, Rafael C.  
1996  
Tratamiento digital de imágenes  
*Wilmington, Del. : Addison-Wesley, 1996*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:282276/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:282276/one)
- Libro  
Kamen, Edward W.  
2000  
Fundamentals of signals and systems using the Web and MATLAB  
*Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2000*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:378170/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:378170/one)
- Libro  
Lee, Edward A.  
2003  
Structure and interpretation of signals and systems  
*Boston : Addison Wesley, 2003*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:378160/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:378160/one)
- Libro  
Meade, M. L.  
1993  
Señales y sistemas : modelos y comportamiento  
*Wilmington, DE : Addison-Wesley, 1993*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:62306/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:62306/one)

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES**

- Libro  
Oppenheim, Alan V.  
1999  
Discrete-time signal processing  
*Upper Saddle River : Prentice Hall, 1999*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:387136/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:387136/one)
  
- Libro  
Oppenheim, Alan V.  
1998  
Señales y sistemas  
*Naucalpan de Juárez : Pearson Educación, 1998*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:402164/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:402164/one)
  
- Libro  
Proakis, John G.  
2007  
Digital signal processing  
*Upper Saddle River, NJ : Pearson Education, 2007*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:413901/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:413901/one)
  
- Libro  
Smith, Steven W.  
2003  
Digital signal processing : a practical guide for engineers and scientists  
*Amsterdam ; Boston : Newnes, 2003*  
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:364835/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:364835/one)

## **X. POLÍTICA CONTRA EL PLAGIO**

Para la corrección y evaluación de todos los trabajos del curso se va a tomar en cuenta el debido respeto a los derechos de autor, castigando severamente cualquier indicio de plagio con la nota CERO (00). Estas medidas serán independientes del proceso administrativo de sanción que la facultad estime conveniente de acuerdo a cada caso en particular. Para obtener más información, referirse a los siguientes sitios en internet

[www.pucp.edu.pe/documento/pucp/plagio.pdf](http://www.pucp.edu.pe/documento/pucp/plagio.pdf)