



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR PROGRAMA SINTÉTICO

UNIDAD ACADÉMICA: ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO, UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería en Sistemas Computacionales

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Procesamiento Digital de Señales

SEMESTRE: V

PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:

Diseña aplicaciones eficientes en el procesamiento digital de señales en tiempo y frecuencia a partir de la teoría de análisis de señales y sistemas.

CONTENIDOS:	I.	Señales y Sistemas		
	II.	Análisis de Fourier en tiempo discreto		
	III.	Transformada Z		
	IV.	Filtros Digitales		
	V.	Transformada Wavelets		
ORIENTACIÓN DIDÁCTICA:	Métodos de enseñanza		Estrategias de aprendizaje	
	a) Inductivo	X	a) Estudio de casos	
	b) Deductivo	X	b) Aprendizaje basado en problemas	X
	c) Analógico		c) Aprendizaje orientado proyectos	
	d) Analítico	X		
EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:	Diagnóstica		Saberes Previamente Adquiridos	X
	Solución de casos		Organizadores gráficos	
	Problemas resueltos	X	Problemarios	X
	Reporte de proyectos	X	Reporte de seminarios	
	Reportes de investigación	X	Otras evidencias a evaluar:	
	Reportes de prácticas	X		
	Evaluación escrita	X		
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:	Autor(es)	Año	Título del documento	Editorial / ISBN
	Rao, K. D., & Swamy, M. N.	2018	Digital Signal Processing	Springer/978-981-10-8080-7
	Ingle, V. K., & Proakis, J. G.	2017	Digital Signal Processing using MATLAB	Cengage Learning/1337268534,9781337268530
	Sundararajan, D.	2021	Digital Signal Processing	Springer/303062367,9783030623678
	McClellan, J. H., Schafer, R., Yoder, M.	2017	Procesamiento de Señales Digitales, segunda edición	Pearson/0134117328,9780134117324
	Tan, L., & Jiang, J.	2018	Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications. Third Edition	Academic Press/978-0-12-815071-9



SECRETARÍA ACADÉMICA DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR PROGRAMA DE ESTUDIOS

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Procesamiento Digital de Señales

HOJA 2 DE 9

UNIDAD ACADÉMICA: ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO, UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS		
PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería en Sistemas Computacionales		
SEMESTRE: V	ÁREA DE FORMACIÓN: Profesional	MODALIDAD: Escolarizada
TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE: Teórica-práctica/Obligatoria		
VIGENTE A PARTIR DE: Enero 2022	CRÉDITOS:	
	Tepic: 7.5	SATCA: 6.3
INTENCIÓN EDUCATIVA		
<p>La presente unidad de aprendizaje le permite al futuro ingeniero en sistemas computacionales la habilidad de desempeñarse en el ámbito del desarrollo de software para la solución de problemas multidisciplinarios que involucran el procesamiento digital de señales, contribuyendo además a su capacidad de análisis, pensamiento crítico, aprendizaje autónomo, toma de decisiones. Incentivando el trabajo colaborativo, asumiendo una actitud ética sobre el impacto social y ambiental de su profesión.</p> <p>Esta unidad tiene como antecedentes Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, y como consecuentes Sistemas en Chip.</p>		
PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE		
Diseña aplicaciones eficientes para el procesamiento digital de señales en tiempo y frecuencia a partir de la teoría de análisis de señales y sistemas		

TIEMPOS ASIGNADOS HORAS TEORÍA/SEMANA: 3.0 HORAS PRÁCTICA/SEMANA: 1.5 HORAS TEORÍA/SEMESTRE: 54.0 HORAS PRÁCTICA/SEMESTRE: 27.0 HORAS APRENDIZAJE AUTÓNOMO: 24.0 HORAS TOTALES/SEMESTRE: 81.0	UNIDAD DE APRENDIZAJE REDISEÑADA POR: Comisión de Diseño del PA de ISC / Academia de Sistemas Digitales REVISADA POR: <hr/> M. en C. Iván Giovanni Mosso García Subdirección Académica ESCOM APROBADA POR: Consejo Técnico Consultivo Escolar <hr/> M. en C. Andrés Ortigoza Campos <hr/> Dr. Fernando Flores Mejía Presidente del CTCE de ESCOM/ UPIIZ 02/12/2021 y 14/12/2021	APROBADO POR: Comisión de Programas Académicos del Consejo General Consultivo del IPN. 16/12/2021
	AUTORIZADO Y VALIDADO POR: <hr/> Ing. Juan Manuel Velázquez Peto Director de Educación Superior	



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Procesamiento Digital de Señales

HOJA 3 DE 9

UNIDAD TEMÁTICA I Señales y Sistemas	CONTENIDO	HORAS CON DOCENTE		HRS AA	
		T	P		
UNIDAD DE COMPETENCIA Distingue señales y sistemas con base en su clasificación y procesamiento.	1.1 Clasificación de señales y sistemas continuos	0.5		1.0	
	1.2 Teorema de Muestreo 1.2.1 Efecto Alias	0.5	1.5		
	1.3 Introducción al Procesamiento Digital de Señales 1.3.1 Procesamiento digital frente al analógico 1.3.2 Elementos de un sistema PDS 1.3.3 Aplicaciones	1.5	0	1.0	
	1.4 Señales en tiempo Discreto 1.4.1 Clasificación de secuencias discretas	1.0	0		
	1.5 Sistemas Discretos 1.5.1 Clasificación 1.5.2 Linealidad e Invariancia 1.5.3 Estabilidad y Causalidad 1.5.4 Clasificación de sistema LTI 1.5.5 Ecuaciones en diferencia	4.0	4.5	1.0	
	1.6 Operaciones con señales discretas 1.6.1 Diezmación e Interpolación 1.6.2 Convolución 1.6.3 Correlación y Autocorrelación	2.0		1.0	
	Subtotal	9.5	6.0	4.0	



UNIDAD TEMÁTICA II Análisis de Fourier en tiempo Discreto	CONTENIDO	HORAS CON DOCENTE		HRS AA
		T	P	
UNIDAD DE COMPETENCIA Diseña aplicaciones de procesamiento de señales en el dominio de la frecuencia con base en el algoritmo de la Transformada Rápida de Fourier (FFT)	2.1 Transformada de Fourier en tiempo discreto.	0.5	0	1.0
	2.2 Transformada Discreta de Fourier (DFT). 2.2.1 Periodicidad en tiempo-frecuencia. 2.2.2 Transformada Discreta Inversa de Fourier (IDFT). 2.2.3 Propiedades de la Transformada Discreta de Fourier (DFT).	3.0	1.5	
	2.3 Transformada Rápida de Fourier (FFT) 2.3.1 Algoritmo por diezmación en tiempo.	3.0	1.5	2.0
	2.4 Ventaneo y respuesta en frecuencia 2.4.1 Contenido espurio en el espectro y uso de ventanas 2.4.2 Ancho de Banda y Resolución del Análisis Espectral	1.5	0	
	2.5. Aplicación de la transformada 2.5.1 Convolución lineal y correlación lineal. 2.5.2 Otras Aplicaciones	1.5	3.0	2.0
	Subtotal	9.5	6.0	5.0

UNIDAD TEMÁTICA III Transformada Z	CONTENIDO	HORAS CON DOCENTE		HRS AA
		T	P	
UNIDAD DE COMPETENCIA Crea herramientas de simulación de sistemas continuos de acuerdo con la Transformada Z	3.1 Transformada Z y Región de convergencia. 3.1.1 Propiedades de la Transformada Z	1.5		1.0
	3.2 Relación entre la Transformada Z y la Transformada de Laplace 3.2.1 Ecuaciones Diferenciales y Ecuaciones en diferencias.	2.0		
	3.3 Estructuras y programación de ecuaciones en diferencias.	3.5	1.5	2.0
	3.4 Función de transferencia, polos y ceros	1.5	1.5	2.0
	3.5 Transformada Z inversa 3.5.1 Método de Integral de Inversión 3.5.2 Método de expansión en serie de potencias 3.5.3 Método de expansión en fracciones parciales	1.5		
	3.6 Causalidad y estabilidad	1.5		
	Subtotal	11.5	3.0	5.0



UNIDAD TEMÁTICA IV Filtros Digitales	CONTENIDO	HORAS CON DOCENTE		HRS AA
		T	P	
UNIDAD DE COMPETENCIA Diseña filtros digitales adecuados a una aplicación particular con base en sus características, estructura y tipos.	4.1 Características de los filtros Digitales 4.1.1 Filtros de fase mínima y de fase no mínima.	1.5	0.0	0.0
	4.2 Diseño de filtros FIR 4.2.1 Estructuras de filtros digitales FIR 4.2.2 Método de la Ventana 4.2.3 Método óptimo	4.0	3.0	2.0
	4.3 Diseño de filtros IIR 4.3.1 Estructura de filtros digitales IIR 4.3.2 Diseño de filtros digitales IIR por transformada bilineal.	4.0	3.0	1.0
	4.4 Filtros adaptativos 4.4.1 Filtro FIR óptimo de Wiener 4.4.2 Filtros adaptable LMS	3.0	3.0	2.0
	4.5 Aplicaciones			
	Subtotal	12.5	9.0	5.0

UNIDAD TEMÁTICA V Wavelets	CONTENIDO	HORAS CON DOCENTE		HRS AA
		T	P	
UNIDAD DE COMPETENCIA Implementa la Transformada Wavelet con base a sus aplicaciones.	5. Teoría de Wavelets 5.1.1 Definición de Wavelet 5.1.2 Transformada Wavelet	4.0	0.0	2.0
	5.2 Wavelet continua (CoWT)	4.0	3.0	1.0
	5.3 Wavelet discreta (DWT). 5.3.1 DWT en una dimensión 5.3.2 DWT en dos dimensiones 5.3.3 Wavelet madre y funciones wavelet 5.3.4 Aplicaciones de la Transformada Wavelet	3.0	0.0	2.0
		Subtotal	11.0	3.0



ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES																		
<p>Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas</p> <p>El estudiante desarrollará las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación documental de los diferentes tópicos del Procesamiento Digital de Señales. 2. Resolución de problemas diversos correspondientes a cada unidad temática. 3. Discusión dirigida de preguntas estratégicas preparadas por el profesor que ayuden al alumno a construir los conocimientos con base a la teoría. 4. Uso de software de cálculo numérico con herramientas para procesamiento de señales 5. Realización de prácticas. 6. Realización de un proyecto integrador, el cual se realizará a partir de la unidad temática II y continuará hasta la unidad temática V, bajo las siguientes fases: <p>Fase 1: Investigación bibliográfica sobre aplicaciones de procesamiento digital de señales y propuesta de proyecto que incluye descripción, objetivo y cronograma de actividades con revisión del profesor.</p> <p>Fase 2: Avances del proyecto según cronograma de actividades que incluye Implementación parcial de lo propuesto en la fase 1 y avance en el reporte del proyecto</p> <p>Fase 3: Entrega del proyecto funcional y reporte completo donde se describa el uso del procesamiento digital de señales.</p>	<p>Portafolio de evidencias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reporte investigación 2. Problemas resueltos 3. Conclusión de la discusión 4. Solución de problemas en software 5. Reporte de prácticas 6. EL proyecto integrador se evalúa tomando en cuenta tanto la funcionalidad del proyecto como el reporte escrito. La evaluación del proyecto funcional se propone de la siguiente manera: 																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fase</th> <th>Reporte escrito</th> <th>Funcionalidad</th> <th>Evaluación Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>100 %</td> <td>0 %</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40 %</td> <td>60%</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>40%</td> <td>60%</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>	Fase	Reporte escrito	Funcionalidad	Evaluación Final	1	100 %	0 %	30 %	2	40 %	60%	30%	3	40%	60%	40%	<p>7. Evaluación escrita</p>		
Fase	Reporte escrito	Funcionalidad	Evaluación Final																
1	100 %	0 %	30 %																
2	40 %	60%	30%																
3	40%	60%	40%																



RELACIÓN DE PRÁCTICAS			
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	UNIDADES TEMÁTICAS	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Teorema de Muestreo: Señales muestreadas con y sin efecto alias.	I	Laboratorio o Sala de cómputo
2	Convolución y otras operaciones discretas	I	
3	Espectro de frecuencias a partir de la DFT de señales típicas.	II	
4	Algoritmo FFT en el análisis y síntesis de una señal de audio.	II	
5	Ecuaciones en Diferencias	III	
6	Función de transferencia en el dominio de Z a partir del dominio de Laplace	III	
7	Filtros IIR	IV	
8	Filtros FIR	IV	
9	Filtro IIR y Filtro FIR diseñados con especificaciones similares.	IV	
10	Transformada Wavelets y la Transformada Discreta de Fourier para distintas señales.	V	



Bibliografía

Tipo	Autor(es)	Año	Título del documento	Editorial	Documento		
					Libro	Antología	Otros
B	Rao, K. D., & Swamy, M. N.	2018	Digital Signal Processing	Springer	X		
C	Abood, S. I.	2020	Digital Signal Processing: A Primer With MATLAB	CRC PRESS	X		
B	McClellan, J. H., Schafer, R., Yoder, M.	2017	Procesamiento de Señales Digitales, segunda edición	Pearson	X		
B	Tan, L., & Jiang, J.	2018	Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications. Third Edition	Academic Press	X		
C	Holton, T.	2021	Digital Signal Processing. Principles and Applications	Cambridge University Press	X		
C	Laxpati, S. R., & Goncharoff, V.	2018	Practical Signal Processing and Its Applications: With Solved Homework Problems	World Scientific	X		
C	Antoniu, A.	2018	Digital Filters: Analysis, Design, and Signal Processing Applications	Mc Graw Hill	x		
B	Ingle, V. K., & Proakis, J. G.	2017	Digital Signal Processing using MATLAB	Cengage Learning	X		
C	Mitra, S. K., Mitra, S.K.	2011	Digital Signal Processing: A Computer-based Approach	Mc Graw Hill	X		
B	Sundararajan, D.	2021	Digital Signal Processing	Springer	X		

Recursos digitales

Autor, año, título y Dirección Electrónica	Texto	Simulador	Imagen	Tutorial	Video	Presentación	Diccionario	Otro
Massachusetts Institute of Technology (2005). MIT OpenCourseWare: https://www.youtube.com/user/MIT								X
Paolo Prandoni, Martin Vetterli. Ofrecido or École Polytechnique Dédérale de Lausanne (2020), Digital Signal Processing: https://www.coursera.org/learn/dsp1?=#instructors								X
Mc.Clellan, Schafer, Yoder. DSP PRIMERO 2e: http://dspfirst.gatech.edu/#00nav								X
Matlab en el IPN (2020). Campus-Wide License: https://www.ipn.mx/dcyc/computo/matlab.html		X						
GNU. (2019). Scientific Programming Language https://www.gnu.org/software/octave/								X
GNNU Octave. (2019). Free Your Numbers : https://octave.org/octave.pdf	X							



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Procesamiento Digital de Señales

HOJA 9 DE 9

PERFIL DOCENTE: Ingeniería y/o maestría en un área afín a las ciencias físico-matemáticas.

EXPERIENCIA PROFESIONAL	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES DIDÁCTICAS	ACTITUDES
Preferentemente dos años en la profesión en el área afín de ciencias físico-matemáticas y dos años de docencia a nivel superior.	Amplio conocimiento en Matemáticas Avanzadas y Procesamiento de Señales	Discursivas Cognoscitivas Metodológicas De conducción del grupo Para evaluar	Responsabilidad Tolerancia Honestidad Respeto Paciencia Disciplina Constancia

ELABORÓ

REVISÓ

AUTORIZÓ

M. en C. Jacqueline Arzate Gordillo
Profesora coordinadora

Ing. Eduardo Gutiérrez Aldana
Profesor colaborador

M. en C. Jaime Hugo Puebla Lomas
Profesor colaborador

M. en C. Iván Díaz Toalá
Profesor colaborador

M. en C. Omar Desiga Orenday
Profesor colaborador

M. en C. César Mújica Ascencio
Profesor colaborador

M. en C. Iván Giovanni Mosso
García
**Subdirección Académica
ESCOM**

Subdirección Académica UPIIZ

M. en C. Andrés Ortigoza Campos
Director ESCOM

Dr. Fernando Flores Mejía
Director UPIIZ