

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

<b>ESCUELA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS</b> <b>CARRERA: TRONCO COMUN</b> <b>ESPECIALIDAD:</b> <b>COORDINACIÓN: TELEMÁTICA</b> <b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>ASIGNATURA: COMUNICACIONES II</b> (PROCESAMIENTO DE SEÑALES) <b>CLAVE: TCCOM20526      SEMESTRE: QUINTO</b> <b>CRÉDITOS: 10      VIGENTE: AGOSTO 1998</b> <b>TIPO DE ASIGNATURA: TEÓRICA/PRÁCTICA</b> <b>MODALIDAD: ESCOLARIZADA</b>	
<p><b>FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA</b></p> <p>El procesamiento digital de señales hoy en día está presente en casi todas las ramas de la ingeniería. El desarrollo en los últimos años de circuitos digitales de dimensiones reducidas, poderosos, confiables y relativamente baratos, ha resultado en un empleo extensivo del procesamiento digital de señales en tareas que tradicionalmente se realizaban por medios analógicos. La asignatura de Comunicaciones II presenta una introducción a las herramientas básicas de análisis y síntesis para el procesamiento digital de señales necesarias para las asignaturas de Sistemas de Comunicación.</p> <p>Los sistemas de comunicaciones modernos hacen uso de algoritmos de procesamiento digital para transformar señales en otras con características más deseables. Es importante que el alumno conozca y entienda las técnicas y algoritmos de procesamiento digital de señales para poder analizar y diseñar sistemas que incorporen estas, como antecedentes para el curso se requieren los conocimientos de asignaturas de Matemáticas en general y Comunicaciones I.</p> <p>Para facilitar la enseñanza – aprendizaje de esta asignatura se requiere del uso de software de simulación y computadora, lo que permite presentar los conceptos teóricos de forma más clara y precisa.</p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO DE LA ASIGNATURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno analizará los conceptos básicos de señales y sistemas de tiempo discreto, evaluará sistemas discretos mediante las transformadas de Fourier y la transformada Z y diseñará filtros digitales que cumplan con especificaciones determinadas.</li> </ul>		
<b>TIEMPOS TOTALES ASIGNADOS:</b> <b>HRS./SEMESTRE 90    HRS./SEMANA 6</b> <b>HRS./TEORÍA/SEMESTRE 60</b> <b>HRS./PRÁCTICA/SEMESTRE 30</b>	<b>PROGRAMA ELABORADO O ACTUALIZADO</b> <b>POR: ACADEMIA DE TELEMÁTICA</b> <b>REVISADO POR: SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA</b> <b>APROBADO POR: H.C.T.C.E./DIRECTOR ESCUELA</b> <b>27 DE MAYO DE 1998</b>	<b>AUTORIZADO POR: LA COMISIÓN DE PLANES</b> <b>Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DEL IPN.</b> <b>28 DE JULIO DE 1998</b>

UNIDAD: **I**NOMBRE: **SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS.****OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD**

- El alumno describirá y analizará las propiedades de las señales y de sistemas discretos, así como la salida de sistemas lineales invariantes en el tiempo mediante la convolución representados por ecuaciones de diferencia con coeficientes constantes.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
1.1	<b>Introducción</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos.	1	3	1	1B, 2C, 3C, 4B, 5B, 6C, 7C
	1.1.1 Elementos básicos de un sistema de procesamiento digital de señales.	Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.	1	0	1	
	1.1.2 Ventajas del procesamiento digital de señales.					
1.2	<b>Señales de tiempo discreto.</b>	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales usando la computadora.				
	1.2.1 Señales elementales de tiempo discreto.					
	1.2.2 Clasificación de señales de Tiempo discreto.		2	0	1	
	1.2.3 Operaciones de señales en tiempo discreto.					
1.3	<b>Sistemas de Tiempo Discreto.</b>					
	1.3.1 Descripción entrada/salida de sistemas.					
	1.3.2 Interconexión de sistemas discretos.					
	1.3.3 Propiedades de los sistemas discretos.					
1.4	<b>Sistemas Lineales Invariantes en el tiempo (LIT).</b>		2	3	1	
	1.4.1 Descomposición de una señal discreta en impulsos.					
	1.4.2 Respuesta de un sistema LIT: Convolución.					
	1.4.3 Propiedades de la convolución y la interconexión de sistemas LIT.					
1.5	<b>Propiedades de sistemas lineales invariantes en el tiempo.</b>		1	0	1	
	1.5.1 Causalidad para sistemas lineales e invariantes en el tiempo.					
	1.5.2 Estabilidad de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.					

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
1.6	<b>Ecuaciones lineales de diferencias con coeficientes constantes.</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos.	1	0	2	1B, 3C, 5B, 6C, 7C
1.6.1	Sistemas LIT caracterizados por ecuaciones en diferencias con coeficientes constantes.	Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.				
1.6.2	Solución de ecuaciones en diferencias con coeficientes constantes.	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales usando la computadora.	1	0	2	
1.7	<b>Implementación de sistemas discretos.</b>	Realización de tareas por parte del alumno.				
1.7.1	Realización en la forma directa I.					
1.7.2	Realización en la forma directa II.					
1.8	<b>Correlación de señales discretas.</b>		1	3	1	
1.8.1	Autocorrelación y correlación cruzada.					
1.8.2	Propiedades de la secuencia de autorrelación y correlación cruzada.					
		SUB TOTAL	10	9	10	

No. UNIDAD: **II**

NOMBRE: **TRANSFORMADA DE FOURIER DE SEÑALES DISCRETAS.**

**OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD**

- El alumno aplicará la transformada de Fourier y sus propiedades en el análisis de señales y sistemas de tiempo discreto, implementará en computadora el algoritmo de la Transformada de Fourier y explicará los procesos de muestreo y reconstrucción de señales analógicas.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
2.1	<b>Serie de Fourier de señales discretas periódicas.</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos. Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno. Realización de tareas por parte del alumno.	2	0	2	1B, 3C, 6C, 7C
2.1.1	Exponenciales complejas relacionadas armónicamente.					
2.1.2	Calculo de los coeficientes de la serie de Fourier.					
2.2	<b>Transformada de Fourier de señales discretas.</b>		2	0	2	
2.2.1	Transformada directa.					
2.2.2	Transformada inversa.					
2.2.3	Convergencia de la transformada de Fourier.					
2.3	<b>Propiedades de la Transformada de Fourier.</b>		2	0	2	
2.3.1	Teoremas y propiedades de la transformada de Fourier.					
2.3.2	Propiedades de simetría.					
2.4	<b>Transformada de Fourier de señales periódicas.</b>		2	0	2	
2.5	<b>Muestreo de señales continuas en el tiempo.</b>		2	0	2	
2.5.1	Teorema del muestreo.					
2.5.2	Reconstrucción de señales a partir de señales discretas.					
2.5.3	Filtros de interpolación prácticos.					
SUB TOTAL			10	0	10	

No. UNIDAD: **III** NOMBRE: **TRANSFORMADA DE FOURIER DISCRETA.**

**OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD**

- El alumno identificara y aplicará la transformada de Fourier discreta y sus propiedades, implementará en computadora los algoritmos de la transformada rápida de Fourier y describirá las características de la respuesta en frecuencia de la DFT.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
3.1	<b>Transformada de Fourier Discreta.</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos.	2	3	1	1B, 2C, 3C. 4B, 5B
	3.1.1 Muestreo en el dominio de la frecuencia.	Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.				
	3.1.2 Transformada Directa.					
	3.1.3 Transformada Inversa.	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales.	1		1	
3.2	<b>Propiedades de la transformada de Fourier Discreta.</b>	Realización de tareas por parte del alumno.				
	3.2.1. Propiedades de simetría.					
	3.2.2. Teoremas y propiedades de la transformada de Fourier Discreta.					
	3.2.3. Propiedades adicionales de la DFT.		1	3	2	
3.3	<b>Características de la respuesta en frecuencia de la DFT.</b>					
	3.3.1 Selectividad en frecuencia.					
	3.3.2 Fuga espectral.					
	3.3.3 Pérdida por ondulación.					
	3.3.4 Ancho de banda equivalente de ruido.					
3.4	<b>Ventanas de ponderación.</b>		2	0	2	
	3.4.1 Ventana rectangular.					
	3.4.2 Ventana triangular.					
	3.4.3 Ventana de Hanning.					
	3.4.4 Ventana de Hamming.					
	3.4.5 Ventana de Blackman.					
	3.4.6 Ventana de Kaiser.					

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
3.5	<b>Transformada rápida de Fourier.</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos.	2	3	2	1B, 2C, 3C. 4B, 5B
	3.5.1. Cálculo directo de la transformación de Fourier discreta.	Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.				
	3.5.2. Algoritmo de diezrado en tiempo base 2.	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales usando la computadora.	2	3	2	
	3.5.3. Algoritmo de diezrado en frecuencia base 2.					
	3.5.4. Transformada rápida de Fourier inversa.					
3.6	<b>Convolución rápida.</b>	Realización de tareas por parte del alumno.				
	3.6.1 Algoritmo de Solapamiento y almacenamiento.					
	3.6.2 Algoritmo de Solapamiento y suma.					
		SUB TOTAL	10	12	10	

No. UNIDAD: IV		NOMBRE: TRANSFORMADA Z.				
OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD						
<ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno aplicará la transformada Z directa e inversa y sus propiedades en el análisis de sistemas discretos.</li> </ul>						
# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
4.1	<b>La transformada Z.</b>	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos.	2	0	1	1B, 2C, 3C. 4B, 5B
	4.1.1 La transformada Z directa.	Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.				
	4.1.2 La transformada Z inversa.					
	4.1.3 Región de convergencia.					
4.2	<b>Propiedades de la transformada Z.</b>	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales.	2	0	1	
4.3	<b>La función de transferencia e interconexión de sistemas.</b>	Realización de tareas por parte del alumno.	2	0	2	
	4.3.1 Sistemas caracterizados por ecuaciones lineales en diferencias con coeficientes constantes.					
	4.3.2 Función de Transferencia de la interconexión de sistemas LTI.					
4.4	<b>Evaluación geométrica de la respuesta en frecuencia.</b>		2	0	2	
4.5	<b>La transformada Z inversa.</b>		2	0	2	
	4.5.1 La transformada Z inversa por integración de contorno.					
	4.5.2 La transformada Z inversa mediante expansión en serie de potencias.					
	4.5.3 La transformada Z inversa mediante expansión en fracciones parciales.					
	4.5.4 Descomposición de transformadas Z racionales.					
SUB TOTAL			10	0	8	

No. UNIDAD: V

NOMBRE: ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE SISTEMAS DISCRETOS.

**OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD**

- El alumno identificará las características en el dominio del tiempo y de la frecuencia de los filtros digitales, describirá las distintas estructuras para la realización de filtros digitales y diferenciará las distintas etapas de diseño.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
5.1	<b>Análisis de filtros.</b> 5.1.1 Características en el dominio de la frecuencia de filtros ideales. 5.1.2 Características en el dominio del tiempo de filtros ideales. 5.1.3 Filtros no ideales.	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos. Resolución de ejercicios por parte del profesor y del alumno.	1	0	2	1B, 2C, 3C. 4B, 5B
5.2	<b>Clasificación de filtros digitales.</b> 5.2.1 filtros de respuesta al impulso finita. 5.2.2 Filtros de respuesta al impulso infinita.	Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales.	1	0	2	
5.3	<b>Estructura de filtros digitales FIR.</b> 5.3.1 Estructuras en forma directa. 5.3.2 Estructuras en forma de cascada. 5.3.3 Estructuras de muestreo en frecuencia.		2	0	2	
5.4	<b>Estructuras de filtros IIR.</b> 5.4.1 Estructuras en forma directa. 5.4.2 Estructuras transpuestas. 5.4.3 Estructuras en forma de cascada. 5.4.4 Estructuras en forma paralela. 5.4.5 Implementación del filtro.		2	3	2	
5.5	<b>Etapas de Diseño de filtros.</b> 5.5.1 Especificación del filtro. 5.5.2 Calculo de los coeficientes. 5.5.3 Representación del filtro mediante una estructura adecuada.					
		SUB TOTAL	8	3	10	

No. UNIDAD: VI

NOMBRE: DISEÑO DE FILTROS DIGITALES.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno diseñará filtros digitales de respuesta impulso finita y de respuesta impulso infinita mediante los distintos métodos de diseño y distinguirá las ventajas y desventajas de los distintos tipos de filtros digitales.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE B.
6.1	<b>Diseño de filtros de Respuesta impulso infinita.</b> 6.1.1. Métodos de ubicación de polos y ceros. 6.1.2. Métodos de la transformación bilineal. 6.1.3. Características de filtros analógicos. 6.1.4. Transformación de frecuencia. 6.1.5. Efectos de longitud de palabra finita.	Exposición frente a grupo utilizando pizarrón y acetatos. Solución de ejercicios por parte del profesor y del alumno. Realización de simulación mediante programas especializados de procesamiento digital de señales.	5	3	4	1B, 2C, 3C. 4B, 5B
6.2	<b>Diseño de filtros digitales de respuesta impulso finita.</b> 6.2.1 Métodos de ventanas. 6.2.2 Métodos de muestreo en frecuencia. 6.2.3 Método optimo. 6.2.4 Efectos de longitud de palabra finita.	Realización de tareas por parte del alumno.	5	3	4	
6.3	<b>Comparación de filtros IIR y FIR.</b>		2	0	4	
SUB TOTAL			12	6	12	

# PRAC.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	RELACIÓN DE U. TEMÁTICAS	HORAS PRAC.	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Análisis de señales discretas.	I	3	LABORATORIO DE COMPUTO
2	Sistemas lineales y convolución .	I	3	
3	Correlación de señales discretas.	I	3	
4	La transformada discreta de Fourier.	III	3	
5	La transformada rápida de Fourier.	III	3	
6	Características de la respuesta en frecuencia.	III	3	
7	Convolución lineal mediante la transformada rápida de Fourier.	III	3	
8	Diseño de filtros digitales asistido por computadora.	V	3	
9	Programación de filtros digitales de respuesta impulso infinita.	VI	3	
10	Programación de filtros digitales de respuesta impulso finita.	VI	3	

PERIODO	UNIDADES TEMÁTICAS		PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
1°	I, II		70% EXÁMEN ESCRITO + 20% PRÁCTICAS DE LABORATORIO + 10% TAREAS Y PARTICIPACIÓN EN CLASE.
2°	III, IV		70% EXÁMEN ESCRITO + 20% PRÁCTICAS DE LABORATORIO + 10% TAREAS Y PARTICIPACIÓN EN CLASE.
3°	V, VI		70% EXÁMEN ESCRITO + 20% PRÁCTICAS DE LABORATORIO + 10% TAREAS Y PARTICIPACIÓN EN CLASE.
CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		KUC, R. <u>"INTRODUCCIÓN TO SIGNAL PROCESSING."</u> , ED. MC. GRAW HILL, 1982.
2		X	OPPENHIEM A. V. AND SCHAFFER, R.M. <u>"DISCRETE TIME SIGNAL PROCESSING"</u> , ED. PRENTICE HALL, 1975.
3		X	PROAKIS, J.G., <u>"TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES: PRINCIPIOS, ALGORITMOS Y APLICACIONES"</u> , 3ª EDICIÓN, ED. PRENTICE-HALL, , 1998.
4	X		DEFATTA, J,G, LUCAS , J.G., HODGKISS, W. S. <u>"DIGITAL SIGNAL PROCESSING: A SYSTEM DESIGN APPROACH"</u> , ED. JOHN WILEY& SONS, 1988.
5	X		IFEACHOR, E.I., JERVIS , B.W., <u>"DIGITAL SIGNAL PROCESSING: A PRACTICAL APPROACH"</u> , 1ª EDICIÓN, ED.ADDISON-WESLEY, 1994.
6		X	OPPENHEIM A. V., WILLISKY A. S. , <u>"SEÑALES Y SISTEMAS"</u> , 2ª EDICIÓN, ED. PRENTICE HALL, 1994.
7		X	KAMEN, E. W. <u>"INTRODUCCIÓN A SEÑALES Y SISTEMAS"</u> , 1ª EDICIÓN, ED. CECSA, 1996.

