



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**Unidad Regional Centro**  
**División de Ingeniería**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**  
**LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**Nombre de la Asignatura:** PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

<b>Clave:</b>	<b>Créditos:</b> 6	<b>Horas totales:</b> 80	<b>Horas Teoría:</b> 1	<b>Horas Práctica:</b> 4	<b>Horas Semana:</b> 5
---------------	-----------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------

**Modalidad:** Presencial      **Eje de formación:** Especializante

**Elaborado por:** M.C. CARLOS ANAYA EREDIAS

**Antecedente:**

**Consecuente:**

**Carácter:** Optativa

**Departamento de Servicio:** Ingeniería industrial

**Propósito:**

La asignatura pertenece al eje especializante y es de carácter optativa. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos de la manipulación matemática de una señal de información para modificarla o mejorarla en algún sentido. Asimismo, comprender la representación en el dominio del tiempo discreto, en el dominio frecuencia discreta, u otro dominio discreto de señales por medio de una secuencia de números o símbolos y el procesado de esas señales.

## I. Contextualización

**Introducción:**

La asignatura Procesamiento Digital de Señales provee al alumno el dominio de los conceptos básicos sobre el tratamiento digital de señales y le brinda las herramientas matemáticas para el análisis de sistemas discretos. El Procesamiento Digital de Señales (PDS) es un área de la ciencia y la ingeniería que se ha desarrollado rápidamente desde la segunda mitad del siglo XX. Tanto los aportes teóricos como de aplicación continúan extendiéndose desde y hacia varias ramas del saber. Los avances en el procesamiento y compresión de audio y video, así como las nuevas tecnologías en comunicaciones digitales (telefonía celular, módem, etc.) son quizá los ejemplos de aplicación más representativos del PDS. A continuación, se describen las unidades del curso.

En la Unidad didáctica I se abordan los conceptos generales de señales, sistemas y el tratamiento de señales, su clasificación y la conversión de señales analógicas a digitales y digitales a analógicas.

En la Unidad didáctica II se analizan las señales y sistemas discretos en el tiempo, los sistemas invariantes en el tiempo, la descripción de sistemas mediante ecuaciones en diferencias y la implementación de sistemas discretos en el tiempo.

En la Unidad didáctica III se presenta la transformada  $z$  y su aplicación a los sistemas discretos en el tiempo. Se establecen sus propiedades, su cálculo y la obtención de la función de transferencia de un sistema discreto lineal invariante y de parámetros constantes. Se abordan aplicaciones a sistemas específicos.

En la Unidad didáctica IV se aborda el análisis en frecuencia de señales discretas en el tiempo mediante el Análisis de Fourier. Se establece la representación de señales en términos de sus componentes de frecuencia y su

contenido espectral. Se establecen las propiedades de la transformada de Fourier y su relación con la transformada  $z$ .

En la Unidad didáctica V se aborda el problema del muestreo y la reconstrucción de las señales y filtrado mediante la aplicación del análisis de Fourier.

En la Unidad didáctica VI se presenta el diseño de los filtros digitales FIR (Finite Impulse Response) o respuesta finita al impulso. Se trata de un tipo de filtro digital. Asimismo, el IIR, (Infinite Impulse Response) o respuesta infinita al impulso, otro tipo de filtro digital.

En la Unidad didáctica VII se busca que el estudiante, mediante el apoyo del profesor realice un proyecto que integre los conocimientos adquiridos en el semestre.

<b>Perfil del(los) instructor(es):</b>	Poseer Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica o Ingeniería Mecánica. Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad. Con experiencia docente y desarrollo profesional comprobada cuando menos de dos años en el campo de la materia.
--	---

## II. Competencias a lograr

### Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.  
**Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación

### Competencias específicas:

- CAPACIDAD PARA INTEGRAR COMPONENTES ELECTRÓNICOS CON SENSORES Y ACTUADORES.
  - Describir los fundamentos del procesamiento digital de señales enfatizando la conversión AD y DA. Analizar, y simular filtros digitales por medio de programas de cómputo especializado. Aplicar el diseño de filtros en problemas de procesamiento de señales provenientes de sensores

### Objetivo General:

Presentar el análisis de señales y sistemas y las herramientas matemáticas que son indispensables para los sistemas tanto continuos como discretos en el tiempo. Realizar el análisis tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia.

### Objetivos Específicos:

1. Comprender el concepto de sistema y de señales.
2. Identificar los sistemas invariantes en el tiempo y de parámetros constantes.
3. Comprender el análisis de un sistema dinámico en el dominio del tiempo mediante el uso de la

transformada de Laplace y transformada  $z$ .

4. Comprender el análisis de un sistema dinámico en el dominio de la frecuencia mediante el uso del análisis de Fourier y la aplicación de su respectiva transformada.
5. Aplicar el análisis de Fourier en reconstrucción de señales, comprender el teorema de muestreo y la construcción de filtros.

**Unidades Didácticas:**

**Unidad Didáctica I** – INTRODUCCIÓN A LAS SEÑALES, SISTEMAS Y TRATAMIENTO DE SEÑALES

**Unidad Didáctica II** – SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS EN EL TIEMPO

**Unidad Didáctica III** – LA TRANSFORMADA  $Z$  Y APLICACIONES EN SISTEMAS LTI

**Unidad Didáctica IV** – ANÁLISIS DE FOURIER EN SISTEMAS DISCRETOS

**Unidad Didáctica V** – MUESTREO Y RECONSTRUCCION DE SEÑALES

**Unidad Didáctica VI** – DISEÑO DE FILTROS DIGITALES

**Unidad Didáctica VII** – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### III. Didáctica del programa

**Unidades Didácticas:**

**Unidad didáctica I. Introducción a las señales, sistemas y tratamiento de señales**

En la unidad I, se consideran los aspectos básicos de señales y sistemas, sus propiedades básicas como causalidad, linealidad e invariancia en el tiempo.

- Señales, sistemas y tratamiento de señales
- Clasificación de señales
- Concepto de frecuencia en señales continuas y discretas
- Conversiones analógica-digital y digital-analógica.

**Unidad didáctica II. Señales y sistemas discretos en el tiempo**

En la unidad II, el alumno comprende la estructura de los sistemas lineales invariantes en el tiempo, su representación en ecuaciones en diferencias en el caso discreto. Resuelve el modelo matemático asociado mediante técnicas clásicas de solución de ecuaciones en diferencias lineales.

- Señales discretas en tiempo.
- Sistemas discretos en el tiempo
- Análisis de sistemas lineales discretos e invariantes en el tiempo (LTI)
- Sistemas discretos en el tiempo descritos mediante ecuaciones en diferencias
- Correlación de señales discretas en el tiempo.

**Unidad de didáctica III. La transformada  $z$  en los sistemas LTI**

En la unidad III, el alumno adquiere los conocimientos sobre la transformada  $z$ , definición, condición de convergencia, propiedades y aplicaciones a los sistemas invariantes en tiempo discreto.

- La transformada z: directa e inversa
- Propiedades de la transformada z
- Transformadas de funciones básicas
- Transformadas z racionales: polos y ceros
- Inversión de la transformada z
- Aplicaciones de la transformada para la solución de ecuaciones de diferencias lineales de parámetros constantes de sistemas discretos LTI.

#### **Unidad didáctica IV. Análisis de Fourier para sistemas discretos**

En la Unidad IV, el alumno comprende el tratamiento de los sistemas discretos en el dominio de la frecuencia y la obtención de la transformada de Fourier discreta.

- Análisis en frecuencia de señales discretas en el tiempo
- Transformada de Fourier de tiempo discreto
- Transformada discreta de Fourier.
- DFT de señales truncadas
- Algoritmo FFT
- Aplicaciones.

#### **Unidad didáctica V. Muestreo y reconstrucción de señales**

En la Unidad didáctica V se aborda el problema del muestreo y la reconstrucción de las señales y filtrado mediante la aplicación del análisis de Fourier.

- Muestreo y reconstrucción ideales de señales continuas en el tiempo
- Tratamiento discreto en el tiempo de señales continuas en el tiempo
- Convertidores analógico-digital y digital-analógico
- Muestreo y reconstrucción de señales paso banda continua en el tiempo
- Muestreo de señales discretas en el tiempo
- Convertidores A/D y D/A con sobre muestreo.

#### **Unidad didáctica VI. Diseño de filtros digitales**

En la Unidad VI se establecen las características de los filtros FIR, obtención de filtros IIR a partir de filtros analógicos y consideraciones de causalidad.

- Consideraciones generales: causalidad.
- Diseño de filtros FIR
- Diseño de filtros IIR a partir de filtros analógicos
- Transformaciones en frecuencia.

#### **Unidad didáctica VII. Proyecto de investigación**

En la Unidad VII el alumno aplica los conocimientos adquiridos en el semestre mediante la elaboración de un proyecto integral.

- Proyecto final.

**Criterios de desempeño**

1. Participación activa en clase.
2. Ser puntuales.
3. Asistencia. Es muy importante. Tomar en cuenta el Reglamento Escolar.
4. Cumplir cabal y puntualmente con todas las actividades y trabajos.
5. Hacer los exámenes en las fechas programadas.
6. Trabajar en equipo los proyectos del curso.
7. Realizar prácticas de laboratorio programadas.

**Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos**

1. Exposición del maestro de temas teóricos.
2. Exposición de alumnos de aplicaciones industriales.
3. Actividades en laboratorios relacionados.

**Experiencias de aprendizaje.**

1. Investigación de artículos de ciencia y tecnología.
2. Exposición de proyectos.
3. Pruebas experimentales

**Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):**

1. Laptop del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón
4. Conexión a internet.
5. Prototipos didácticos del laboratorio de Mecatrónica.

<b>Bibliografía</b>	<b>Básica/ Complementaria</b>
Smith S. W. (2003). Digital Signal Processing. A Practical Guide for Engineers and Scientists. New York: Edit. Elsevier Science.	<b>Básica</b>
Hsu H. P. (1995). Signal and Systems. Schaum's Outline. Edit. McGraw-Hill	<b>Básica</b>
Oppenheim A.V. & Willsky, A.S. (1983). Signals and Systems. Edit. Prentice Hall	<b>Básica</b>
Tan L. (2008). Digital Signal Processing. Fundamentals and Applications. New York: Edit. Elsevier,	<b>Complementaria</b>

## IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H, A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	H, A	Exposiciones de proyectos	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo, lectura y análisis de proyectos, exposición, organización de ideas.	Diseño, debate, organización y presentación de proyectos	20 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	H, A	Prácticas de laboratorio	Se evaluarán los conocimientos, habilidades y actitudes en la realización de prácticas de laboratorio	Evidencias de práctica de laboratorio	15 %
5	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades V y VI	Examen escrito	20 %
6	H, A	Participación activa en clase	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	5 %
				<b>Total</b>	<b>100 %</b>

**C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes**