

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Procesamiento Digital de Señales.
Clave de la asignatura:	ICF – 1703]
SATCA¹:	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Electrónica.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Aporta los conocimientos generales del Procesamiento Digital de Señales, ya que fundamenta los sistemas de comunicación electrónica actuales. integrando los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas tales como Matemáticas, Comunicaciones Analógicas y Comunicaciones Digitales.

En el aspecto profesional:

Constituye las bases para los sistemas digitales de Telefonía, Radiocomunicación, Comunicación Vía Satélite y Transmisión de Datos.

Integra los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas tales como Matemáticas, Comunicaciones Analógicas y Comunicaciones Digitales.

Materia fundamental para comprender las bases matemáticas del procesamiento de señales realizadas por medio de sistemas procesadores digitales.

En el aspecto personal:

Fomentar el trabajo autónomo con el propósito de brindar un espacio para la reflexión y comprensión de los sistemas que pueden ser abstractos y convertirlos en visibles y caracterizados.

Comprender y visualizar la utilidad de las fórmulas y técnicas matemáticas en el procesamiento digital de señales, para elevar la efectividad en su manejo, para obtener mayor velocidad, resolución y representaciones más eficientes de datos.

Crear una disciplina de auto aprendizaje que le permita buscar soluciones a los problemas.

En el aspecto social:

Crear una actitud de trabajo orientada al equipo.

Fomentar el liderazgo de los estudiantes.

Intención didáctica

Se organiza el temario, en tres unidades básicas:

La primera unidad aborda los conceptos básicos de señales y funciones discretas en tiempo abordando de manera breve las ecuaciones de diferencia, la transformada Z y las funciones de transferencia discreta. La unidad concluye con una revisión de la geometría de las señales a partir de explicar la relación entre los espacios Euclidianos y de Hilbert

En la unidad II se aborda el análisis en frecuencia de las funciones discretas en tiempo, en donde se analiza la representación y relación de funciones en tiempo y frecuencia, así como las series discretas, transformada de Fourier y sus propiedades.

En la unidad III se abordan conceptos básicos para el diseño y análisis de filtros digitales para el procesamiento señales. La unidad incluye el desarrollo de algoritmos y determinación de coeficientes de Filtros de respuesta Finita (Serie de Fourier y Métodos de Muestreo de Frecuencia) que se aplican a cualquier orden y algunos métodos de configuración de filtros de respuesta Infinita al impulso.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la simulación y experimentación, tales como:

Uso de software de simulación que permita analizar el comportamiento de señales y de sus propiedades, así como, el desarrollo de programas para el procesamiento de señales.

Búsqueda.

Realización de prácticas con los sistemas existentes.

Adicionalmente al uso de software de simulación, enfatizar en el desarrollo de funciones y rutinas que permitan al alumno el comprender los fundamentos detrás de la implementación de cada función y de esta manera permita el portar dichos algoritmos a cualquier plataforma digital incluyendo sobre todo los circuitos de Procesamiento Digital de Señales.

Realizar interacción con instituciones, investigadores, profesores, estudiantes de otras instituciones y sobre todo con centros de investigación, con los que se pueda interactuar para fortalecer la práctica de los estudiantes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Querétaro, agosto 2017.	Dr. J. Joaquín Castellanos Galindo, M.C. Rodrigo Rodríguez Rubio e Ing. Rosa Elvira Montoro Balderas. del Instituto Tecnológico de Querétaro.	Realización de programas para la especialidad de Instrumentación y Comunicaciones Electrónica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p><u>Competencias específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Relaciona funciones matemáticas con sistemas reales y como las funciones pueden ayudar a representar y a permitir la manipulación y procesamiento de señales.• Aplica fórmulas y ecuaciones a sistemas representados de manera discreta, para el procesamiento de señales para obtener un manejo más seguro, rápido y eficiente. <p><u>Competencias genéricas:</u></p> <p><u>Competencias Instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer la utilidad del manejo de señales de manera discreta.• Aplica el procesamiento digital a señales para su manipulación• Interpreta comportamiento de señales en software de simulación.• Evalúa los resultados obtenidos de la aplicación del procesamiento digital de señales a sistemas diversos.• Formula las especificaciones de un proyecto de diseño considerando restricciones tanto técnicas como económicas y sociales.• Compara diferentes alternativas de solución.• Selecciona la solución más adecuada satisfaciendo los requerimientos.• Integra software y hardware electrónico para el diseño de equipos y sistemas electrónicos de mediana y alta complejidad. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica.• Trabajo en equipo.• Habilidades interpersonales. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Búsqueda del logro.
- Capacidad de interpretar resultados abstractos y convertirlos en datos claros y descriptivos de comportamientos de los sistemas y señales.

5. Competencias previas

- Manejo Básico de programas de Simulación.
- Conocimiento de filtros analógicos y pasivos.
- Manejo de microprocesadores.
- Conversión analógica-digital.
- Conocimiento de características de señales.
- Manejo de los fundamentos de comunicaciones.

6. Temario

No	Temas	Subtemas
1.	Conceptos básicos de las funciones discretas en tiempo.	1.1. Concepto de procesamiento digital de señales. 1.2. Esquema del procesamiento digital de señales y conversión de analógico-digital y digital-analógico. 1.3. Formas de definición de señales discretas en tiempo. 1.4. Definición de sistemas discretos lineales e invariantes en tiempo. 1.5. Introducción a las Ecuaciones de diferencias. 1.5.1. Relación de las Ecuaciones de diferencias con la Transformada Z 1.5.2. Función de transferencia discreta, rdc, polos y ceros 1.6. Conceptos de Causalidad y estabilidad. 1.7. Espacios de Hilbert. 1.7.1. Definición de Vectores en los espacios Euclidiano y de Hilbert 1.7.2. Definición de las propiedades de los espacios vectoriales (Euclides / Hilbert) 1.7.3. Definición en el espacio de Hilbert del producto punto (interno) y de sus propiedades

		<p>1.7.4. Ortogonalidad y definición de subespacios en Hilbert</p> <p>1.7.5. Expansión de los sistemas coordenados y propiedad de espacio completo.</p> <p>1.8. Teorema de Parseval.</p> <p>1.9. Aproximaciones por proyección y ejemplos de señales representadas en el espacio de Hilbert</p>
2.	Análisis en Frecuencia de las Funciones Discretas en Tiempo.	<p>2.1. Relación de comportamientos en tiempo y frecuencia.</p> <p>2.2. Representación de funciones periódicas y discretas .</p> <p>2.3 Series discreta de Fourier y sus propiedades: linealidad, escalamiento y desplazamiento en tiempo y frecuencia, convolución en tiempo y frecuencia.</p> <p>2.4 Relación entre funciones discretas en tiempo periódicas y no periódicas.</p> <p>2.5 Transformada discreta de Fourier y sus propiedades: linealidad, escalamiento y desplazamiento en tiempo y frecuencia, convolución en tiempo y frecuencia.</p> <p>2.6 Relación entre convolución lineal y circular.</p> <p>2.7 Algoritmo de la T. rápida de Fourier.</p> <p>2.8 Aplicaciones de la T discreta de Fourier</p> <p>2.8.1 Convolución lineal con la T. rápida de Fourier.</p> <p>2.8.2 Correlación lineal con la T. rápida de Fourier.</p>
3.	Diseño de Filtros Digitales Para el Procesamiento Digital de Señales.	<p>3.1 Formas básicas de realización.</p> <p>3.2 Formas directa, transpuesta, cascada y paralelo.</p> <p>3.3 Respuesta en frecuencia.</p> <p>3.4 Filtros de respuesta al impulso infinito.</p> <p>3.4.1 Método de transformación bilineal.</p> <p>3.4.2 Método de sistema invariable al impulso</p> <p>3.4.3 Método de sistema invariable al escalón.</p> <p>3.4.4 Diseño de filtros pasa altas, pasa banda y rechazo de banda a partir de la transformación del filtro pasa bajo</p> <p>3.5 Filtros de respuesta impulso finito.</p> <p>3.6 Filtros de fase lineal</p>

		3.6.1 Funciones ventana. 3.6.2 Métodos de series de Fourier. 3.6.3 Método de muestreo en frecuencia. 3.6.4 Método de Remez.
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad 1: Conceptos básicos de las funciones discretas en tiempo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): <p>Identificar los principios de las funciones discretas en tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genéricas: <p>El estudiante analizará las señales discretas, a través de ecuaciones en diferencias y de la transformada Z para su mejor aprovechamiento y óptima aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los fundamentos de las funciones discretas en tiempo. • Aplicación de las matemáticas en el procesamiento de señales en el tiempo.
Unidad 2: Análisis en Frecuencia de las Funciones Discretas en Tiempo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): <p>Identificar los principios de las Funciones discretas en Frecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genéricas: <p>El estudiante analizará las señales, por medio de las series y transformadas discretas de Fourier.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las ventajas de procesar señales en Frecuencia. • Identificar las diferencias del manejo de señales en el tiempo y en la Frecuencia. • Analizar las señales, por medio de las series y transformadas discretas de Fourier, para visualizar su comportamiento en el tiempo y la frecuencia, estructurando algoritmos, que permitan el manejo de estas señales, para su posterior aplicación.
Unidad 3: Diseño de Filtros Digitales Para el Procesamiento Digital de Señales.	
• Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar actividades que permitan

<p>Comprender la operación y uso de los filtros digitales en el procesamiento digital de señales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genéricas: 	<p>conocer la operación de un Filtro digital.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar filtros digitales utilizando las diferentes técnicas de procesamiento digital de señales y elaborará algoritmos matemáticos, para su realización en programas de cómputo y dispositivos de procesamiento digital ajustando y verificando su óptimo desempeño.
--	---

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Simulación para la manipulación de Señales en Matlab/Octave. • Simulación de representación de señales en el espacio cartesiano y Polar • Simulación de corrimiento de señales • Cálculo de operaciones en arreglos usando su representación en ecuaciones en diferencias • Simulación de señales usando series y descripción del fenómeno de Gibbs • Desarrollo de programa para el cálculo de producto punto de señales en un espacio discreto (Hilbert) • Implementación de la transformada Discreta de Fourier (DFT) y análisis de componentes de frecuencia en señales reales. • Desarrollo de un programa de síntesis de señales con ayuda de los coeficientes. (Series de Fourier) • Desarrollo de un Espectrograma para el análisis de Tonos (DTMF) tanto en el tiempo como en la frecuencia • Diseño y simulación de un filtro pasa bajas y de olvido exponencial. • Diseño y simulación de filtro pasa altas. • Diseño y simulación de filtro pasa banda.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases: NA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros,
--

según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Informar de los porcentajes de la calificación con respecto a: Ejercicios realizados en clase, Tareas, Elaboración de Prácticas, Asistencia, Puntualidad, Participación general en clase.
- Revisar los reportes y actividades realizadas en el laboratorio de acuerdo con un formato previamente establecido, considerando que esta materia tiene mayor peso práctico.
- Considerar la participación en las actividades programadas en la asignatura:
 - Participación en clase.
 - Cumplimiento de Tareas y Ejercicios.
 - Exposición de Temas.
 - Asistencia.
 - Trabajos de Investigación.
 - Simulación de Sistemas de Comunicaciones.
 - Desarrollo de Proyectos.
- Considerar las tareas y reportes de investigaciones documentales y experimentales como parte de su evaluación.
- Considerar la participación de los alumnos durante el análisis de casos que se efectúe en aula, promoviendo la comunicación entre alumnos y facilitador.
- Prácticas extra-clase. Exámenes escritos y frente a la computadora.

11. Fuentes de información

- [1]. Alan Oppenheim, Ronald W. Schaffer ; “Tratamiento de señales en tiempo discreto”, 3a Edición; Prentice-Hall; USA 2012
- [2]. Paolo Prandoni, Martin Vetterli; “Signal Processing for Communications (Communication and Information Sciences)” ; Ed. EPFL Press; 1a Edición; 2008
- [3]. Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky; “Signals and Systems”; 2a Edición; Prentice-Hall; USA 1996

- [4]. Eduard W. Kamen & Bonnie S. Heck, "Fundamentos de Señales y Sistemas usando la web y Matlab", 3ª Edición, México.
- [5]. Ashok, Albardar; "Procesamiento de Señales Analógicas y Digitales" Thompson Learning; 2a edición México, 1999
- [6]. Denbigh, Philip. System Analysis and Signal Processing, Addison-Wesley, 1a. Edición USA,1999,
- [7]. Lyons, Richard., Understanding Digital Signal Processing, McGraw Hill, 4a. Edición ,USA,1999,
- [8]. Rusty Allred, "Digital Filters for Everyone", Creative Arts & Sciences House; 3ª. Edición, USA 2015
- [9]. Paulo S. R. Diniz; "Adaptive Filtering: Algorithms and Practical Implementation" 4a Edición. USA 2013
- [10]. Corina Schmelkes. Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación: (tesis). Oxford University Press Harla Mexico, 1998.