

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tratamiento Digital de Señales
Clave de la asignatura:	RIF-1703
SATCA³:	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Electrónica Ingeniería Mecatrónica Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Sistemas Computacionales

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad de analizar, diseñar y construir recursos orientados en el procesamiento digital de señales para la solución de problemas en aplicaciones interdisciplinarias. En la actualidad, la evolución de las capacidades de almacenamiento y procesamiento a través de medios electrónicos ha llevado a los diversos campos de la ingeniería a incorporar nuevas tecnologías para su provecho y crecimiento. Sin embargo, esta transformación implica la necesidad de incorporar nuevas bases teóricas y el diseño de estrategias adaptadas al nuevo entorno y aplicaciones.</p> <p>Esta materia proporciona los fundamentos teóricos y prácticos para la implementación de diseños y algoritmos en el tratamiento digital de señales utilizando medios electrónicos digitales. Asimismo, es de vital importancia para la formación del alumno dado que corresponde a una respuesta a la evolución en el tratamiento, procesado y conversión de señales a través de medios electrónicos.</p>
Intención didáctica
<p>El enfoque sugerido para la materia promueve la generación de competencias que permiten al alumno generar soluciones para aplicaciones interdisciplinarias. El contenido teórico de la materia está orientado a que el alumno adquiera los fundamentos matemáticos y de análisis para el procesamiento digital de señales; sin embargo, dada la naturaleza de estos procesos, la selección del proyecto de aplicación queda abierta a la resolución de problemas en diversas disciplinas.</p> <p>El contenido de la materia consta de tres unidades. En la primera unidad se abordan los conceptos, fundamentos teóricos, análisis de señales y las herramientas para la generación de algoritmos de procesamiento digital de señales. Esta unidad tiene como</p>

³ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

objetivo que el alumno adquiera los elementos necesarios para identificar, clasificar, programar y analizar las señales digitales desde un punto de vista teórico y finalmente adquiera la capacidad de plasmar dicho conocimiento en programas desarrollados en software especializado para el procesamiento digital de señales.

En la segunda unidad se estudian los fundamentos teóricos y los aspectos de diseño e implementación de filtros digitales. Esta unidad se enfoca en generar en el alumno la capacidad de establecer condiciones y características en el diseño de filtros de acuerdo al problema a resolver y a las particularidades requeridas por diversos escenarios disciplinarios.

La tercera unidad se enfoca en que el alumno adquiera las competencias necesarias para diseñar, desarrollar e implementar estrategias de procesamiento digital de señales para resolver problemas en aplicaciones de diversa naturaleza. Algunos ejemplos de aplicaciones son reconocimiento de patrones (imagen, video, audio), procesamiento digital de señales (audio, video), identificación de sistemas a través de la respuesta en frecuencia, adquisición de datos para retroalimentar sistemas de control o reconstrucción de señales, filtrado de ruido, algoritmos para detección de obstáculos, algoritmos para cálculo de distancias, aplicaciones de vigilancia y radares, entre otras. Esta unidad tiene la finalidad de que el alumno adquiera la capacidad de utilizar medios electrónicos digitales (DSP's, FPGA's, Sistema asistido por computador u otros) para implementar los diseños y algoritmos desarrollados en las unidades anteriores para la solución de problemas. Es esencial que el docente provea al alumno de una visión panorámica de la utilidad de las herramientas adquiridas y su aplicación a otras disciplinas.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Ensenada, Reunión del Cuerpo Académico "Robótica, Instrumentación y Control", Febrero 2017.	Miembros del Cuerpo Académico "Robótica, Instrumentación y Control" ITENS-CA-1.	Diseño del módulo de especialidad de Robótica, Instrumentación y Control para las carreras de Ingeniería Electrónica, Electromecánica, Mecatrónica y Sistemas Computacionales.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y diseñar aplicaciones para la resolución de problemas orientados al procesamiento digital de señales utilizando herramientas de software, DSP's, FPGA's, Sistemas asistidos por computadora u otros. - Capacidad analítica para integrar los conocimientos adquiridos para la generación de nuevo conocimiento, adaptación de soluciones y resolución de nuevos problemas.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, modelar y manipular sistemas dinámicos para predecir comportamientos, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas. • Seleccionar en base a su funcionamiento los dispositivos electrónicos básicos analógicos para diseñar y construir circuitos electrónicos básicos. • Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos. • Interpretar diagramas esquemáticos eléctricos y electrónicos. • Transformada de Laplace y Transformada de Fourier

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1 Introducción al tratamiento de señales 1.2 Clasificación de las señales 1.3 Operaciones empleando señales 1.4 Tratamiento digital 1.4.1 Conversión y muestreo de señales 1.4.2 Teorema del muestreo 1.4.3 Reconstrucción de señales 1.5 Transformada de Fourier Discreta (DFT) 1.6 Transformada rápida de Fourier (FFT) 1.7 Análisis espectral 1.8 Dispositivos para el procesamiento digital de señales (DSP, FPGA, etc.)
2	Filtros digitales	2.1 Definiciones

		2.2 Diseño de filtros digitales 2.2.1 Filtros FIR 2.2.2 Filtros IIR
3	Aplicaciones	3.1 Introducción a las aplicaciones del procesamiento digital de señales 3..2 Proyecto de implementación

7. Actividades de aprendizaje de los temas

UNIDAD I: Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifica y clasifica las señales de acuerdo a sus características. - Diseña e implementa algoritmos de procesamiento digital de señales. - Relaciona los conocimientos teóricos adquiridos y es capaz de aplicarlos para el procesamiento digital de señales. - Es capaz de realizar un análisis en frecuencia de una señal digital. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades - Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento. 	<p>1.1 Estudio de las señales, su clasificación y características.</p> <p>1.2 Diseño de programas para la implementación de algoritmos de procesamiento digital de señales.</p> <p>1.3 Análisis del algoritmo de la T. rápida de Fourier</p> <p>1.4 Estudios de las aplicaciones de la T discreta de Fourier</p> <p>1.5 Análisis de las herramientas y algoritmos para el procesamiento digital de señales y su impacto en el diseño de aplicaciones.</p> <p>1.6 Estudio sobre el análisis espectral de señales digitales.</p>

UNIDAD II: Filtros digitales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica y clasifica las características y el funcionamiento de los filtros digitales. - Diseña y desarrolla filtros digitales para la resolución de problemas en aplicaciones para el procesamiento digital de señales. <p>Genéricas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades - Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento. 	<p>2.1 Estudio de filtros digitales.</p> <p>2.2 Diseño de filtros de respuesta al impulso finita e infinita (FIR – IIR) utilizando software de cálculo numérico y simbólico.</p> <p>2.3 Resolución de problemas de aplicación para procesamiento digital utilizando filtros.</p>
UNIDAD iii: Aplicaciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica y clasifica las aplicaciones del procesamiento digital de señales. - Evidencia la capacidad de resolver problemas aplicables de procesamiento digital de señales 	<p>3.1 Estudio de aplicaciones de procesamiento digital de señales.</p> <p>3.2 Diseño, desarrollo e implementación de un proyecto que resuelva un problema orientado al procesamiento digital de señales.</p>

<p>utilizando los conocimientos adquiridos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades - Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento. 	<p>3.3 Exposición y entrega de reporte escrito con respecto al proyecto realizado.</p>
---	--

8. Práctica(s)

Las prácticas propuestas para fortalecer el aprendizaje del estudiante son:

5. Diseñar programas utilizando aplicaciones de cálculo numérico y simbólico (Matlab, Labview, Maple, etc.) que implementen los diferentes algoritmos de procesamiento digital de señales tales como convolución, transformada discreta de Fourier, transformada rápida de Fourier.
6. Diseñar programas utilizando aplicaciones de cálculo numérico y simbólico para analizar errores de cuantización, tiempo de muestreo, entre otros para la reconstrucción de señales.
7. Diseñar programas utilizando aplicaciones de cálculo numérico y simbólico para realizar análisis del espectro de las señales digitales.
8. Diseño de filtros FIR/IIR y su implementación en un caso práctico.
9. Proyecto de aplicación: diseño de un algoritmo de PDS para resolver un problema de aplicación; por ejemplo: reconocimiento de patrones, procesamiento de audio, identificación en el dominio de la frecuencia, análisis de ruido, reconstrucción de señales, adquisición de datos, etc.

9. Proyecto de asignatura

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:

- **Fundamentación:** El marco referencial que apoya el proyecto de asignatura implica dos aspectos: a) la evaluación de los conocimientos y competencias necesarias para contraponer la materia y b) lograr que el alumno adquiriera la capacidad de interpretar y relacionar los conceptos matemáticos correspondientes al procesamiento digital de señales a un contexto práctico. En caso de que el resultado del diagnóstico no sea adecuado, el docente tendrá que plantear un mecanismo que permita compensar las deficiencias manifestadas; por ejemplo, resolución de ejercicios y/o práctica de laboratorio. Para el primer punto, se recomienda que la evaluación diagnóstica se lleve a cabo al iniciar el curso y el segundo aspecto será determinado a través de los medios de verificación utilizados en cada evaluación.
- **Planeación:** En esta etapa, los alumnos con ayuda del docente deberán seleccionar un área de aplicación del procesamiento digital de señales para plantear su proyecto de asignatura. Esta etapa es la más importante ya una vez selecciona el área de aplicación se debe proceder a identificar un problema orientado al procesamiento digital de señales. Finalmente, es necesario realizar un análisis de los componentes a utilizar (DSP's, FPGA's, microcontroladores, Computadora, Micrófono, Cámara, Tarjeta de adquisición de datos, Circuitos eléctricos y electrónicos, Transductores, Sensores, Actuadores, etc.), establecer características de compatibilidad para la comunicación de datos y programar un calendario de actividades. Estos últimos tres aspectos permitirán evaluar el desempeño en esta etapa del proyecto.
- **Ejecución:** Durante esta etapa, el docente deberá supervisar periódicamente el avance del proyecto y ofrecer su experiencia para resolver el problema planteado. De esta manera, se podrá garantizar que el proyecto llegue a buen término. El análisis de factibilidad y compatibilidad realizado en la etapa de Planeación permitirá que esta etapa se lleve a cabo sin contratiempo. La evaluación de esta etapa es a través del cotejamiento de las actividades realizadas contra el calendario programado.
- **Evaluación:** En esta etapa se realizará una cuantificación de los resultados obtenidos del proyecto. Se sugiere que sea dividida en dos aspectos: a) grado de comprensión y b) resolución del problema. Para la primera parte se sugiere una exposición por parte de cada equipo de trabajo con la finalidad de evidenciar las competencias adquiridas al realizar el proyecto. Para la segunda parte, se solicita la entrega de una memoria, documento en extenso o informe en donde se describa cada una de las etapas del

proceso que llevó a la conclusión del proyecto. La evaluación de esta etapa se verá reflejada en la última unidad del temario de la asignatura.

10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser continua, formativa e integral, por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje. Los elementos sugeridos para la evaluación son:

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Examen práctico con evaluación del desempeño. Se calificará la capacidad del estudiante para asimilar y aplicar conocimiento teórico.
- Realizar prácticas de laboratorio para reafirmar el aprendizaje teórico.
- Realizar prácticas sugeridas utilizando herramientas de desarrollo y programación.
- Listas de verificación en prácticas de laboratorio.
- Realizar un proyecto de aplicación orientado al procesamiento digital de señales.
- Resolución de problemas teóricos de aplicación correspondiente a los temas expuestos en clase.

11. Fuentes de información

Clark C.L. *Labview Digital Signal Processing and Digital Communications*, McGraw Hill, 2005.

Hayes M.H. *Digital Signal Processing, Schaum's Outlines of Theory and Problems*, McGraw-Hill, 1999.

Ingle V.K., Proakis J.G. *Digital Signal Processing with Matlab*, 3ra. Edición, CENGAGE Learning, 2010.

McClellan J.H., Schafer R.W., Yoder M.A. *Signal Processing First*, Pearson Education International, 2003.

Oppenheim A.V., Schafer R.W., Buck J.R. *Discrete-time digital signal processing*, 2da. Edición, Prentice Hall, 1999.

Proakis J.G., Manolakis D.G. *Digital signal processing – Principles, Algorithms and Applications*, 4ta. Edición, Prentice Hall, 2007.

Stein E.M., Shakarchi R. *Fourier Analysis An Introduction, Princeton Lectures in Analysis I*, Princeton University Press, 2003.