



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

CONTENIDO DE CURSO

PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

TELG1011

A. IDIOMA DE ELABORACIÓN

Español

B. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Este curso introduce la teoría del procesamiento digital de señales (DSP), así como la simulación de sistemas discretos en el tiempo. Además, se presentan casos de aplicación DSP que necesitan de sistemas discretos en el tiempo y frecuencia como la selección y diseño de filtros digitales de respuesta finita, los filtros de respuesta infinita y el uso de la transformada rápida de Fourier.

C. CONOCIMIENTOS PREVIOS DEL CURSO

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tener conocimientos de lenguaje de programación de alto nivel para ingeniería |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

D. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los principios de diseño y análisis en sistemas discretos en el tiempo, mediante técnicas de procesamiento digital bajo el dominio del tiempo y frecuencia, para la solución de problemas de ingeniería de señales.

E. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL CURSO

El estudiante al finalizar el curso estará en capacidad de:

1	Conocer los fundamentos del procesamiento digital de señales para el entendimiento de algoritmos DSP.
2	Comprender conceptos de sistemas de tiempo discreto y estructuras de filtros para la construcción de filtros de respuesta finita (FIR) e infinita (IIR).
3	Analizar señales espectralmente utilizando técnicas de procesamiento digital para la detección de patrones.
4	Diseñar filtros digitales de respuesta finita e infinita para aplicaciones de procesamiento de señales en ingeniería.

F. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Aprendizaje asistido por el profesor	✓
Aprendizaje cooperativo/colaborativo:	✓
Aprendizaje de prácticas de aplicación y experimentación:	✓
Aprendizaje autónomo:	✓

G. EVALUACIÓN DEL CURSO

Actividades de Evaluación	DIAGNÓSTICA	FORMATIVA	SUMATIVA
Exámenes			✓
Lecciones		✓	
Tareas		✓	
Proyectos			✓
Laboratorio/Experimental		✓	
Participación en Clase	✓		
Visitas			
Otras			

H. PROGRAMA DEL CURSO

UNIDADES y SUBUNIDADES	Horas Docencia
-------------------------------	-----------------------



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

H. PROGRAMA DEL CURSO

UNIDADES y SUBUNIDADES	Horas Docencia
1. Introducción al procesamiento digital de señales (DSP).	4
1.1. Definición de sistemas de procesamiento digital de señales.	
1.2. Elementos de un sistema DSP.	
1.3. Diseño en DSP.	
1.4. Señales y sistemas discretos en el tiempo.	
2. Muestreo de señales y conversión analógica a digital.	4
2.1. Muestreo y cuantificación.	
2.2. Reconstrucción de señales.	
2.3. Representación en punto fijo y efectos de cuantificación.	
2.4. Convertidor analógico a digital (ADC) y Convertidor digital a analógico (DAC).	
3. Análisis espectral.	6
3.1. La transformada discreta de Fourier (DFT).	
3.2. Cálculo de la DFT.	
3.3. Resolución de frecuencia.	
3.4. Análisis espectral usando el método de ventanas.	
4. Filtros digitales.	8
4.1. Filtros de respuesta finita al impulso (FIR).	
4.2. Diseño de filtros FIR usando métodos de ventana y de Parks-McClellan.	
4.3. Filtros de respuesta infinita al impulso (IIR).	
4.4. Diseño de filtros IIR.	
5. Transformada rápida de Fourier (FFT) y coseno discreto.	4
5.1. La transformada FFT y su comparación con la DFT.	
5.2. Algoritmo FFT "radix-2".	
5.3. Transformada FFT inversa.	
5.4. Transformada de coseno discreto.	
6. Aplicaciones y tópicos avanzados.	6
6.1. Filtros adaptivos.	
6.2. Predicción e identificación de sistemas, equalización.	
6.3. Nuevas tecnologías y aplicaciones avanzadas de DSP.	

I. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁSICA	1. Downey, Allen. (2016). Think DSP: Digital Signal Processing in Python. (1st Ed.). EE.UU.: O'Reilly Media. ISBN-10: 1491938455, ISBN-13: 9781491938454
COMPLEMENTARIA	1. Richard G. Lyons. (2010). Understanding Digital Signal Processing. (3rd. Ed.). EE.UU.: Prentice Hall. ISBN-10: 0137027419, ISBN-13: 9780137027415 2. Cyrille Rossant. (2013). Learning IPython for Interactive Computing and Data Visualization. (1st Ed.). EE.UU.: Packt Publishing. ISBN-13: 9781782169932 3. Proakis, John. (2007). Tratamiento Digital de Señales. (4th Ed.). Madrid: Pearson. ISBN-10: 8483223473, ISBN-13: 9788483223475



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

1. Introducción al procesamiento digital de señales (DSP).

Introducción a la unidad

Esta unidad introduce la representación de señales discretas y el uso de sistemas digitales para la modificación, transmisión o extracción de información de estas señales. También se expone la metodología de diseño en DSP, así como la terminología y la notación gráfica aplicada en operaciones de procesamiento.

Subunidades

1.1. Definición de sistemas de procesamiento digital de señales.
1.2. Elementos de un sistema DSP.
1.3. Diseño en DSP.
1.4. Señales y sistemas discretos en el tiempo.

Objetivos de Aprendizaje

1.1. Conocer sobre la tecnología y metodologías DSP para aplicarlas al procesamiento digital de señales.
1.2. Implementar representaciones de señales discretas de una sola variable mediante secuencias discretas para la realización de simulaciones.
1.3. Identificar sistemas de tiempo discreto para la ejecución de operaciones matemáticas representadas por diagramas de bloques.

Actividades

1.1. Talleres

Instalación de herramienta de programación y tutorial acerca de lenguaje de programación.
Representación de Señales en lenguaje de programación.

1.2. Trabajo autonomo

Se asigna al estudiante trabajo de revision bibliográfica acerca de las aplicaciones DSP, asi como aspectos de familiarización de la herramienta de programacion.

Otros Recursos

1.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación

Laptops o PC con software pre-instalado

1.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad

Presentación en diapositivas para clase y demostración.

2. Muestreo de señales y conversión analógica a digital.

Introducción a la unidad

Esta unidad presenta el muestreo y cuantificación de señales para el entendimiento del procesamiento digital. Se exploran aspectos como técnicas de muestreo que mantienen la información de una señal, así como la representación numérica de dichas muestras en valores de punto fijo y punto flotante.

Subunidades

2.1. Muestreo y cuantificación.
2.2. Reconstrucción de señales.
2.3. Representación en punto fijo y efectos de cuantificación.
2.4. Convertidor analógico a digital (ADC) y Convertidor digital a analógico (DAC).



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

Objetivos de Aprendizaje

2.1. Entender conceptos como muestreo, reconstrucción y “aliasing” para la generación de secuencias discretas en el tiempo.
2.2. Generar señales muestreadas a tasas específicas para la observación de efectos de “aliasing”.
2.3. Entender la representación de números en punto fijo y punto flotante para la correcta implementación de filtros digitales.

Actividades

- 2.1. Talleres
Aplicación del muestreo de señales usando lenguaje de programación.
Demostración del proceso de muestreo en señales de audio.
- 2.2. Trabajo autónomo
Tareas acerca de muestreo y cuantificación. Prácticas de programación para generar señales.

Otros Recursos

- 2.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación
Laptops o PC con software pre-instalado
- 2.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad
Presentación en diapositivas para clase y demostración.

3. Análisis espectral.

Introducción a la unidad

Esta unidad trata acerca del análisis espectral de señales usando la técnica de la transformada discreta de Fourier (DFT), que se explica mediante el método de matrices. Además, se tratan aspectos como la resolución en frecuencia y el análisis de ventanas espectrales.

Subunidades

3.1. La transformada discreta de Fourier (DFT).
3.2. Cálculo de la DFT.
3.3. Resolución de frecuencia.
3.4. Análisis espectral usando el método de ventanas.

Objetivos de Aprendizaje

3.1. Identificar características espectrales de una señal discreta para su aplicación en la detección de patrones en una secuencia de tiempo discreto.

Actividades

- 3.1. Talleres
Implementación de transformada discreta de Fourier.
Aplicar el análisis espectral por computadora.
- 3.2. Trabajo autónomo
Tareas acerca de transformada discreta de Fourier. Aplicación de programación para analizar espectralmente señales.
- 3.3. Lección
Relacionada con señales discretas en el tiempo.
Relacionada con teorema de muestreo y efectos de cuantificación.
Relacionada con la transformada DFT y efectos de ventana.

Otros Recursos



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

- 3.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación
Laptops o PC con software pre-instalado
- 3.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad
Presentación en diapositivas para clase y demostración.

4. Filtros digitales.

Introducción a la unidad

Esta unidad introduce las características de los filtros de respuesta finita e infinita al impulso. Además, algoritmos de diseño de filtros son explicados y puestos en práctica. El proceso de filtrado de señales es uno de los más importantes en DSP haciendo énfasis en el diseño de los filtros.

Subunidades

4.1. Filtros de respuesta finita al impulso (FIR).
4.2. Diseño de filtros FIR usando métodos de ventana y de Parks-McClellan.
4.3. Filtros de respuesta infinita al impulso (IIR).
4.4. Diseño de filtros IIR.

Objetivos de Aprendizaje

4.1. Conocer aspectos fundamentales de filtros digitales para su implementación en algoritmos de software.
4.2. Implementar filtros digitales usando una herramienta de software para la obtención de sus características de respuesta al impulso y su espectro.
4.3. Diseñar filtros FIR basados en requerimientos específicos para aplicaciones de telecomunicaciones que requieran de filtrado de señales.

Actividades

- 4.1. Talleres
Efectos de ventana espectral en filtros.
Simulación de efectos de filtros de respuesta finita (FIR).
Diseño de filtros FIR e IIR usando métodos numéricos.
Demostración de filtros FIR e IIR.
- 4.2. Trabajo autónomo
Tareas acerca de filtros FIR / IIR. Prácticas de programación para generar señales y observar efectos de filtrado.

Otros Recursos

- 4.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación
Laptops o PC con software pre-instalado.
- 4.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad
Presentación en diapositivas para clase y demostración.

5. Transformada rápida de Fourier (FFT) y coseno discreto.

Introducción a la unidad

Esta unidad estudia los fundamentos e implementación del algoritmo FFT y mediante ejemplos prácticos muestra su eficiencia. Finalmente, se aborda el procesamiento de señales usando FFT en la convolución rápida.

Subunidades

5.1. La transformada FFT y su comparación con la DFT.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

5.2. Algoritmo FFT “radix-2”.
5.3. Transformada FFT inversa.
5.4. Transformada de coseno discreto.

Objetivos de Aprendizaje

5.1. Entender el algoritmo de transformada rápida de Fourier (FFT) para su correcta aplicación en el análisis espectral de secuencias de tiempo discreto.
5.2. Aplicar el algoritmo FFT para el análisis espectral de señales discretas.

Actividades

- 5.1. Talleres
Implementación de transformada rápida de Fourier FFT.
Demostración de la DCT usando lenguaje de programación.
- 5.2. Trabajo autónomo
Tareas acerca de comparación entre DFT y FFT. Practicas de programación de análisis FFT en señales discretas.
- 5.3. Lección
Relacionado con filtros digitales FIR o IIR.
Relacionado con análisis espectral usando FFT.

Otros Recursos

- 5.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación
Laptops o PC con software pre-instalado.
- 5.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad
Presentación en diapositivas para clase y demostración.

6. Aplicaciones y tópicos avanzados.

Introducción a la unidad

En esta unidad se aplican los conocimientos de unidades anteriores para la implementación de filtros adaptivos, predicción e identificación de sistemas y ecualización, los cuales actualizan sus parámetros para la mejora de la calidad de una señal. Finalmente, se aborda las nuevas tendencias de las tecnologías y aplicaciones avanzadas en DSP.

Subunidades

6.1. Filtros adaptivos.
6.2. Predicción e identificación de sistemas, ecualización.
6.3. Nuevas tecnologías y aplicaciones avanzadas de DSP.

Objetivos de Aprendizaje

6.1. Seleccionar el algoritmo DSP adecuado para la solución de un problema o aplicación de señales o sistemas discretos.
6.2. Modelar sistemas de procesamiento digital de señales.
6.3. Implementar un sistema de filtros adaptivo para el procesamiento de una señal discreta.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
CONTENIDO DE CURSO
PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
TELG1011

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

Actividades

6.1. Talleres

Implementación de filtros IIR o filtros adaptivos.

6.2. Trabajo autónomo

Asignación de lectura acerca de ejemplos de implementación de filtros adaptivos, ecualización y demás aplicaciones. Prácticas de programación de filtros digitales.

Otros Recursos

6.1. (Laptops) Laptops o acceso a laboratorio de computación

Laptops o PC con software pre-instalado.

6.2. (Proyector) Diapositivas de la unidad

Presentación en diapositivas para clase y demostración.

K. RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL CONTENIDO DE CURSO

Profesor	Correo	Participación
AVILES CASTILLO JUAN CARLOS	javiles@espol.edu.ec	Colaborador
VARGAS LOPEZ GERMAN RICARDO	gvargas@espol.edu.ec	Coordinador de materia
ALVAREZ VILLANUEVA MARIA ANTONIETA	aalvare@espol.edu.ec	Colaborador
MONCAYO REA JOSÉ FÉLIX	jfmoncay@espol.edu.ec	Colaborador