Nombre de la materia:	Procesamiento Digital de Señales
Clave:	IA3300-T
No. de horas/semana:	4
Total de horas:	64
No. de créditos:	8
Prerrequisitos:	Comunicaciones I (IA3100-T), Cálculo IV (CB0003-T), Control Analógico II (CI0401-T)

Objetivo general: El alumno comprenderá los fundamentos del Procesamiento Digital de Señales, desde su adquisición y representación en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia mediante herramientas tales como las ecuaciones de diferencias, las series y la Transformada de Fourier así como el modelado e implementación de los sistemas para procesar dichas señales, especialmente el caso de los filtros digitales.

Contribución a los atributos de egreso y su nivel de aportación

- **AE1.** Aplicar los conocimientos de ingeniería adquiridos durante sus estudios para elaborar proyectos de ingeniería que resuelvan problemas específicos. **(Medio)**
- **AE2.** Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería mediante un pensamiento crítico y asertivo, basados en los principios de ciencias básicas e ingeniería. **(Medio)**

Programa sintético

1. Introducción ..... 8 hrs.
2. Señales y Sistemas en Tiempo Discreto ..... 10 hrs.
3. Primer examen parcial, ... 2 hrs.
4. Análisis en el Dominio de la Frecuencia ..... 10 hrs.
5. La Transformada Discreta de Fourier ..... 10 hrs.
6. Segundo examen parcial ..... 2 hrs.
7. Transformada Rápida de Fourier ..... 8 hrs.
8. Introducción al Diseño de Filtros digitales ..... 12 hrs.
9. Tercer examen parcial ..... 2 hrs.

Total: 64 hrs.

Programa desarrollado

1. Introducción ..... 8 hrs.
   - 1.1 Definiciones de señales, sistemas y procesamiento de señales
   - 1.2 Clasificación de las señales
     - 1.2.1 Señales continuas y señales discretas
     - 1.2.2 Señales periódicas y no-períodicas
   - 1.3 Concepto de frecuencia en señales continuas y discretas en el tiempo

- 1.3.1 Frecuencias negativas y fasores
- 1.3.2 Señales sinusoidales en tiempo discreto
- 1.3.3 Propiedades de las señales sinusoidales en tiempo discreto

1.4 Conversión analógico-digital y digital-analógico

- 1.4.1 Muestreo de señales analógicas
- 1.4.2 Relación entre frecuencia de teimpo continuo y de tiempo discreto
- 1.4.3 Confusión de frecuencia o Aliasing

1.5 El teorema fundamental del muestreo

2. Señales y Sistemas en Tiempo Discreto ..... 10 hrs.

2.1 Señales en tiempo discreto

- 2.1.1 Representación de señales en tiempo discreto
- 2.1.2 Señales de tiempo discreto típicas
- 2.1.3 Operaciones simples con señales de tiempo discreto

2.2 Sistemas en tiempo discreto

- 2.2.1 Descripción entrada-salida
- 2.2.2 Diagramas de bloques y simulación de sistemas en tiempo discreto
- 2.2.3 Propiedades de los sistemas
- 2.2.4 Sistemas con y sin memoria
- 2.2.5 Causalidad
- 2.2.6 Estabilidad
- 2.2.7 Invariancia en el tiempo
- 2.2.8 Linealidad

2.3 Análisis de sistemas discretos lineales invariantes en el tiempo (DSLIT's)

- 2.3.1 Descomposición de una señal discreta en términos de impulsos
- 2.3.2 Respuesta de un DSLIT a entradas arbitrarias: La convolución
  - 2.3.2.1 Respuesta al impulso de sistemas causales
  - 2.3.2.2 Respuesta al impulso y estabilidad
  - 2.3.2.3 Sistemas FIR y sistemas IIR

2.4 Ecuaciones de diferencias para un DSLIT y su solución

- 2.4.1 Solución homogénea de la ecuación de diferencias de un DSLIT
- 2.4.2 Solución particular de la ecuación de diferencias de un DSLIT
- 2.4.3 Solución total de la ecuación de diferencias de un DSLIT

2.5 Transformada Z

- 2.5.1 Definición. Transformada Z unilateral y bilateral
- 2.5.2 Región de convergencia
- 2.5.3 Propiedades de la transformada Z: Linealidad, corrimiento en el tiempo, convolución
- 2.5.4 Función de tranferencia en Z de un DSLIT
- 2.5.5 Polos y ceros: estabilidad

3. Primer examen parcial, ... 2 hrs.

4. Análisis en el Dominio de la Frecuencia ..... 10 hrs.
- 4.1 Introducción
- 4.2 Análisis frecuencial de señales de tiempo continuo (Repaso)
  - 4.2.1 Serie de Fourier
  - 4.2.2 Forma trigonométrica de la serie de Fourier
  - 4.2.3 Forma exponencial de la serie de Fourier
  - 4.2.4 El espectro de frecuencias
  - 4.2.5 Serie de Fourier para un tren de pulsos rectangular periódico
  - 4.2.6 La transformada de Fourier de una señal continua
- 4.3 Análisis frecuencial de señales discretas en el tiempo
  - 4.3.1 Serie de Fourier para señales de tiempo discreto (DTFS)
    - 4.3.1.1 Serie de Fourier de un tren de pulsos rectangular periódico discreto
  - 4.3.2 Transformada de Fourier para señales de tiempo discreto (DTFT)
    - 4.3.2.1 Tranformada de Fourier de un pulso rectangular discreto no-periódico
  - 4.3.3 Relación entre la DTFT y la Transformada Z
- 4.4 Clasificación de señales en el dominio de la frecuencia
- 4.5 Rangos de frecuencia de algunas señales en la naturaleza
- 4.6 Respuesta a la frecuencia de sistemas DSLIT.
- 4.7 Respuesta a exponenciales complejas y a señales senoidales: La función de respuesta de frecuencia

5. La Transformada Discreta de Fourier ..... 10 hrs.
- 5.1 Muestreo en el dominio de la frecuencia
- 5.2 Definición de la Transformada Discreta de Fourier (DFT)
- 5.3 Propiedades de la DFT
  - 5.3.1 Propiedades de Periodicidad, linealidad y simetría.
- 5.4 La DFT como matriz de transformación
- 5.5 Análisis en la frecuencia de señales usando la DFT
  - 5.5.1 El efecto de derrame y el efecto de la limitación del número de muestras

6. Segundo examen parcial ..... 2 hrs.

7. Transformada Rápida de Fourier ..... 8 hrs.
- 7.1 Algoritmos para el cálculo eficiente de la DFT
  - 7.1.1 Cálculo directo de la DFT. Número de operaciones requeridas
  - 7.1.2 Metodología “divide y vencerás” para el cálculo de la DFT
- 7.2 Algoritmos FFT de base 2. número de operaciones requeridas
  - 7.2.1 Algoritmo de submuestreo en tiempo
  - 7.2.2 El ordenamiento de bit inverso
  - 7.2.3 La “mariposa” básica de dos puntos y su uso en el algoritmo de la FFT
- 7.3 Uso de la FFT. Escalamiento en amplitud y en frecuencia

8. Introducción al Diseño de Filtros digitales ..... 12 hrs.
- 8.1 Los sistemas DSLIT como filtros digitales de frecuencia selectiva

8.1.1 Filtros ideales

8.2 Diseño de filtros basado en colocación de polos y ceros

8.2.1 Filtros pasa-bajas, pasa-altas y pasa-banda

8.2.2 Resonadores digitales

8.2.3 Filtros ranura

8.2.4 Filtros pasa-todo

8.2.5 Osiladores digitales digitales

8.3 Métodos de filtrado lineal basados en la DFT

8.4 Consideraciones generales para el diseño de filtros

8.4.1 Causalidad y sus implicaciones

8.4.2 Diseño de filtros IIR mediante transformación bilineal

8.4.3 Características de filtros digitales prácticos

8.5 Diseño de filtros IIR a partir de filtros analógicos

8.5.1 Diseño de filtros IIR mediante la aproximación de derivadas

8.5.2 Diseño de filtros IIR mediante invarianza de la respuesta al impulso

8.5.3 Diseño de filtros IIR mediante transformación bilineal

9. Tercer examen parcial ..... 2 hrs.

Bibliografía básica:

1.-Procesamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y Aplicaciones. John G. Proakis y Dimitris G. Manolakis. Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.

Bibliografía complementaria:

1.-Señales y Sistemas. Allan B. Openheim. Editorial Prentice Hall.
• Advanced Digital Signal Processing. G. Zeiniker, F.J. Taylor. Editorial Marcel Dekker.

2.-Revisó (julio de 2010):
José Juan Rincón Pasaye

Metodologías de enseñanza-aprendizaje:

Metodologías de evaluación: