

Programa Curso: Señales y Sistemas

Nicolás Schlotterbeck

14 de junio de 2020

1. Resumen

El curso trata sobre algunas de las herramientas matemáticas fundamentales usadas a lo largo de especialidad de eléctrica para el análisis de señales y diseño de sistemas. Haciendo énfasis en las aplicaciones, el curso se va presentando mediante ejemplos prácticos. En el corazón del curso se encuentran la transformada de Fourier para el análisis en frecuencia y la transformada de Laplace para representar sistemas lineales. Luego, se aplican las técnicas aprendidas al mundo digital para el análisis de señales y sistemas discretos. El curso se realiza, por simpleza y razones históricas, en una dimensión (con el tiempo como variable independiente). A pesar de lo anterior, dado la gran cantidad de aplicaciones, al final del curso está la opción de generalizar a dos dimensiones.

2. Objetivos y aplicaciones

1. En señales de audio es natural estudiar la frecuencia de las vibraciones para obtener información útil, entender el funcionamiento del oído y la naturaleza especial de las notas musicales.
2. Diseño de filtros eléctricos y mecánicos usando elementos pasivos (resistencias, condensadores, inductancias, resortes y amortiguadores). Estudiar su comportamiento en frecuencia (caracterizar un pasa bajo, pasa alto o pasa banda con sus respectivas frecuencias de corte) y el fenómeno de resonancia.
3. Concepto de modulación y diseño de una radio AM. Introducción a las comunicaciones.
4. Caracterizar sistemas lineales, estudiar su estabilidad y posterior control automático usando retroalimentación (por ejemplo, para el diseño de un levitador magnético por atracción).
5. Estudiar la operación de muestreo uniforme para pasar de una señal continua a discreta, determinar la tasa de muestreo óptima, realizar procesamiento digital y reconstrucción.
6. Entender los principios del procesamiento digital de señales. Programación de filtros básicos, correlación cruzada para detección de patrones y un afinador de guitarra.
7. Aplicaciones avanzadas en dos dimensiones. (opcional)
 - a) Introducción al procesamiento de imágenes.
 - b) Funcionamiento de un escáner de tomografía computarizada. Usado en medicina, arqueología, seguridad en aduana, ciencia de materiales y otros.
 - c) Análisis de difracción de ondas usando T. de Fourier. Introducción a la óptica de Fourier.

3. Contenidos

1. Sistemas LIT continuos
 - a) Definir impulso y escalón.
 - b) Convolución para representar sistemas mediante una señal $h(t)$.
2. Serie de Fourier continua
 - a) Señales periódicas y formula de Euler.
 - b) Componentes armónicas y relación con instrumentos musicales.
 - c) Error de Gibbs.
3. Transformada de Fourier continua
4. Filtros
 - a) Filtros pasa bajo, pasa alto y pasa banda.
 - b) Diseño de circuitos RLC para filtros.
 - c) Análisis de amortiguadores mecánicos.
5. Modulación AM
 - a) Desplazamiento en frecuencia.
 - b) Diseño de una radio AM.
6. Transformada de Laplace
 - a) Relación con la transformada de Fourier.
 - b) Causalidad, estabilidad y sistemas de control automático.
7. Muestreo
 - a) Teorema del muestreo.
 - b) Traslape (aliasing).
 - c) Filtro anti-traslape (anti-aliasing).
 - d) Retenedor de orden zero e interpolación lineal.
 - e) Interpolación sinc.
8. Sistemas LIT discretos
 - a) Definir muestra unitaria y escalón unitario.
 - b) Convolución discreta.
 - 1) Representar sistemas mediante una señal $h[n]$.
 - 2) Programación de filtros básicos (media móvil, derivada, integral).
 - 3) Correlación cruzada y su importancia en la detección de patrones.
 - 4) Multiplicación de polinomios.

9. Fourier para señales discretas

- a) Transformada de Fourier de tiempo discreto.
- b) Serie de Fourier discreta - DFT (digital y programable).
- c) Algoritmo FFT.
- d) Relaciones entre las representaciones de Fourier.
- e) Relación de frecuencia continua con discreta y la tasa de muestreo.
- f) Muestreo de tiempo discreto (Resampling).
- g) Transformada corta de Fourier y diseño de un afinador de guitarra.

10. Transformada Z (Laplace discreta)

- a) Ecuaciones en diferencias.
- b) Aproximación discreta de sistemas continuos.
- c) Sistemas de control y estabilidad.
- d) Deconvolución y división de polinomios.

11. Transformada de Fourier 2D (opcional)

- a) Convolución 2D.
- b) Muestro y reconstrucción 2D.
- c) Filtros 2D (detección de bordes y matched filtering).
- d) Transformada de Radon y teorema de la sección central. Funcionamiento de un escáner de tomografía computarizada.
- e) Difracción de ondas. Introducción a la óptica de Fourier.

4. Evaluación

- Controles: 20 %
- Tareas: 30 %
- 2 pruebas: 30 %
- Examen final: 20 %

$$NF = NC \cdot 0,2 + NT \cdot 0,3 + (P1 + P2) \cdot 0,15 + NE \cdot 0,2$$

Se aprueba si la nota final es mayor o igual a 4.0.

5. Bibliografía

1. Oppenheim, A. V., y Willsky, A. S., Señales y Sistemas, Pearson Education, 1998
2. Irarrázaval, P., Análisis de Señales, McGraw-Hill, 1999