

# Introducción

Procesamiento Digital de señales

Juan Cardelino

juanc@fing.edu.uy

Licenciatura en Ingeniería Biológica  
Centro Universitario Regional Litoral Norte  
Sede Paysandú

Curso 2019



# Resumen

Introducción

Programa

Repaso Señales y Sistemas

Motivación

# Outline for section 1

Introducción

Programa

Repaso Señales y Sistemas

Motivación

# Introducción

## Objetivo

- ▶ Poner en práctica el modelado matemático de señales y sistemas en aplicaciones reales de análisis y procesamiento de señales.
- ▶ Comprender diferentes técnicas de filtrado digital e implementarlas en distintas plataformas tecnológicas existentes.

# Motivación

## Procesamiento de Señales

- ▶ Diferencia con señales y sistemas.
- ▶ Descripción vs uso del modelo
- ▶ Señales más generales: aleatorias, multidimensionales, no estacionarias
- ▶ Diseño de sistemas (filtros) para una tarea específica

## Implementación

- ▶ Implementación práctica
- ▶ sistemas reales: ruido, muestreo y cuantización
- ▶ consideraciones de hardware: costo, velocidad, consumo

# Outline for section 2

Introducción

Programa

Repaso Señales y Sistemas

Motivación

# Esquema General

- ▶ Procesamiento de señales: análisis tiempo discreto, señales generales, sistemas reales
- ▶ Implementación: algoritmos y eficiencia computacional
- ▶ Plataformas: CPU, Sistemas embebidos, Electrónica Digital

# Programa

## Procesamiento de señales (discreto)

- ▶ Repaso de Señales y Sistemas. Transformadas y propiedades
- ▶ Extensión a otros tipos de señales: aleatorias y variantes en el tiempo
- ▶ Transformada Z
- ▶ Diseño de filtros
- ▶ Representaciones alternativas. tiempo-frecuencia, bases entrenadas.
- ▶ Filtros adaptivos.
- ▶ Cuantización.

# Programa

## Implementación

- ▶ Generalidades:
  - ▶ Noción de plataforma y arquitectura
  - ▶ offline, online, real time
  - ▶ CPU, GPU, electrónica digital y analógica
  - ▶ Paralelismo: multimáquina, multicore, clusters
- ▶ Electrónica Digital
- ▶ Microprocesadores

# Programa

## Electrónica Digital

- ▶ Sistemas de Numeración. Códigos de error.
- ▶ Álgebra de Boole. Circuitos Combinatorios
- ▶ Memorias.
- ▶ Máquinas de estado.
- ▶ Representaciones alternativas. tiempo-frecuencia, bases entrenadas.
- ▶ Filtros adaptivos.
- ▶ Cuantización.

# Programa

## Introducción a los microprocesadores

- ▶ Máquina Lógica General
- ▶ CPU
- ▶ Entrada/Salida.
- ▶ Interrupciones

# Outline for section 3

Introducción

Programa

Repaso Señales y Sistemas

Motivación

# Señales

## Temario

- ▶ Señales Continuas y discretas
  - ▶ Concepto de señal. Representación matemática.
  - ▶ Clasificación (potencia, energía, periodicidad). Ejemplos (biológicos).
  - ▶ Señales analógicas, discretas, cuantizadas y digitales.
  - ▶ Conversión A/D: muestreo y cuantización.
  - ▶ La señal como vector en  $\mathbb{R}^n$ . Espacio de señal. Generalidades. Distintas normas de señal.
- ▶ Transformaciones
  - ▶ Transformaciones del dominio y codominio
  - ▶ Señales pares e impares.
- ▶ Señales Exponenciales y Senoidales
  - ▶ Exponenciales y senoidales continuas
  - ▶ Exponenciales y senoidales discretas
- ▶ Función Impulso y escalón unitario
  - ▶ Versión continua.
  - ▶ Extensión de los espacios vectoriales. Medida. Distribuciones.
  - ▶ Versión discreta.

# Sistemas

## Propiedades

- ▶ Memoria
- ▶ Invertibilidad
- ▶ Estabilidad
- ▶ Linealidad
- ▶ Invariancia en el tiempo
- ▶ Causalidad
- ▶ Deterministico
- ▶ Cantidad y tipo de entradas y salidas

# Sistemas Lineales Invariantes en el Tiempo

## Definición

- ▶ Linealidad
- ▶ Invariancia en el tiempo

## Otras propiedades

- ▶ Determinístico
- ▶ Una entrada y una salida

## Matemáticamente

Ecuaciones diferenciales ordinarias (o en diferencias) con coeficientes constantes.

# Transformadas

## Tipos

- ▶ Representación de Señales Periódicas: Serie Continua/Discreta de Fourier
- ▶ Representación de Señales Aperiódicas: Transformada Continua/Discreta de Fourier
- ▶ Señales inestables y transitorios: Transformada de Laplace (continua)

# Transformadas

## Propiedades

- ▶ Periodicidad
- ▶ Linealidad
- ▶ Desplazamiento en el tiempo
- ▶ Conjugación y simetría conjugada
- ▶ Diferenciación y acumulación
- ▶ Escalamiento de tiempo y frecuencia
- ▶ Dualidad
- ▶ Parseval
- ▶ Convolución
- ▶ Multiplicación

# Muestreo

- ▶ Relación entre tiempo discreto y continuo
- ▶ Teorema del Muestreo
- ▶ Aliasing
- ▶ Conversión AD/DA

# Aplicaciones

## Filtrado

- ▶ Diseño de filtros
- ▶ Filtrado selectivo en frecuencia

# Outline for section 4

Introducción

Programa

Repaso Señales y Sistemas

Motivación

# Señales

## Filtrado

- ▶ Señales N-dimensionales
- ▶ Señales Biológicas
- ▶ Señales Aleatorias
- ▶ Señales de espectro variable en el tiempo

# Procesamiento

## Análisis

- ▶ Detección de puntos de interés
- ▶ Segmentación
- ▶ Clasificación
- ▶ Extracción de características

## Síntesis

- ▶ Compresión
- ▶ Modelado
- ▶ Simulación

## Otros

- ▶ Denoising
- ▶ Filtrado (adaptivo)
- ▶ Identificación

# Referencias I