



# Planificaciones

8652 - Procesamiento de Señales II

Docente responsable: GIRIBET JUAN IGNACIO

## OBJETIVOS

Obtener un panorama de las técnicas más modernas y sofisticadas para el procesamiento de señales digitales, con el basamento teórico adquirido en la asignatura Procesamiento de Señales I. Estudiar los principios de los filtros de Kalman y Kalman Extendido y sus propiedades de convergencia. Analizar los principios del filtrado adaptativo, sus aspectos prácticos y teóricos. Además se estudiarán los métodos de estimación espectral en ambientes estacionarios y no estacionarios. En todo momento, se estimulará al alumno para que investigue técnicas, aplicaciones y problemas más específicos, en base a publicaciones periódicas o textos recientes.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

Estimación lineal y no lineal: Filtrado de Kalman y Filtrado de Kalman Extendido. Filtro LMS (least Mean Square). Método de Mínimos Cuadrados. Algoritmo RLS (Recursive Least Square) en contextos no estacionarios. Algoritmo proyecciones afines (APA). Estimación espectral paramétrica. Filtros recursivos "rápidos". Efectos de la precisión finita. Estimación espectral.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### 1. FILTRADO DE KALMAN

- 1.1 Sistemas Lineales: Modelos de los sistemas, observabilidad y controlabilidad de sistemas, estabilidad.
- 1.2 Filtro de Kalman y proyecciones ortogonales: Criterios de optimalidad, filtro óptimo en el caso gaussiano, principio de ortogonalidad, caracterización del estimador lineal óptimo, innovaciones, ecuaciones del filtro de Kalman, análisis en el caso LTI, aplicaciones.
- 1.3 Modelos correlacionados: El modelo afín, estimador óptimo, ecuaciones del filtro, aplicaciones.
- 1.4 Ruidos coloreados: Modelo del sistema, aumentación del sistema, ecuaciones del filtro de Kalman, aplicaciones.
- 1.5 Implementaciones numéricas del filtro de Kalman: Algoritmo secuencial. algoritmo de Cholesky, aplicaciones.
- 1.6 Filtro de Kalman extendido: Linealización, ecuaciones del filtro, convergencia, identificación de sistemas, aplicaciones.

#### 2 FILTRADO ADAPTATIVO

- 2.1 Introducción al filtrado adaptativo.
- 2.2 Relación con el filtrado de Kalman y RLS.
- 2.3 Algoritmo LMS: robustez y estudio de la convergencia.
- 2.4 Algoritmo NLMS, relación con LMS y estudio de la convergencia.
- 2.5 Algoritmo de proyecciones afines (APA), relación con el NLMS.

#### 3. ANÁLISIS ESPECTRAL

- 3.1 Introducción al análisis espectral.
- 3.2 Aplicaciones

## BIBLIOGRAFÍA

1. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
2. B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979.
3. P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall.
4. P. Stoica, R. Moses, Introduction to Spectral Analysis, Prentice Hall, 1997.
5. Artículos de publicaciones periódicas especializadas recientes

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Se complementan aspectos teóricos, para que el alumno obtenga un panorama de las técnicas más modernas y sofisticadas para el procesamiento de señales digitales.

Se estimula al alumno para que investigue técnicas, aplicaciones y problemas más específicos, en base a publicaciones periódicas o textos recientes (identificación de sistemas utilizando el filtro de Kalman , filtrado adaptativo y sus aplicaciones, procesamiento basado en la descomposición en valores singulares, filtros recursivos, efectos de los errores de cuantización, deconvolución ciega, filtros LMS modificados etc.).

## Modalidad de Evaluación Parcial

1 Parcial.

3 trabajos prácticos.

1 un trabajo integrador.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Sistemas Lineales: Modelos de los sistemas, observabilidad y controlabilidad de sistemas, estabilidad.	Ejercitación sobre sistemas lineales				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<2> 16/03 al 21/03	Filtro de Kalman y proyecciones ortogonales: Criterios de optimalidad, filtro óptimo en el caso gaussiano, principio de ortogonalidad, caracterización del estimador lineal óptimo, innovaciones, ecuaciones del filtro de Kalman, análisis en el caso LTI, aplicaciones.	Ejercitación sobre filtro de Kalman.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<3> 23/03 al 28/03	Modelos correlacionados: El modelo afín, estimador óptimo, ecuaciones del filtro, aplicaciones.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<4> 30/03 al 04/04	Ruidos coloreados: Modelo del sistema, aumentación del sistema, ecuaciones del filtro de Kalman, aplicaciones.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<5> 06/04 al 11/04	Implementaciones numéricas del filtro de Kalman: Algoritmo secuencial, algoritmo de Cholesky, aplicaciones.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.	Trabajo práctico 1: Filtro de Kalman y aplicaciones.		3/10	B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<6> 13/04 al 18/04	Filtro de Kalman extendido: Linealización, ecuaciones	Ejercitación y estudio de aplicaciones.	Trabajo práctico 2: Filtro de Kalman extendido y aplicaciones.		17/10	B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin,

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	del filtro, convergencia, identificación de sistemas, aplicaciones.					Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<7> 20/04 al 25/04	Introducción al filtrado adaptativo. Relación con filtrado de Kalman.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<8> 27/04 al 02/05	Algoritmos LMS. Estudio de la convergencia.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<9> 04/05 al 09/05	Algoritmo NLMS. Estudio de convergencia.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.	Trabajo práctico 3: Filtrado adaptativo.		31/10	Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<10> 11/05 al 16/05	Filtrado Adaptativo. Proyecciones afines (APA) y relación con NLMS.	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<11> 18/05 al 23/05	Repaso	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<12> 25/05 al 30/05	parcial I	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				B. Anderson & J. Moore, Optimal Filtering, Prentice Hall, New Jersey, 1979. Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, 4ta ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
<13> 01/06 al 06/06	Bancos de filtros	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				1) P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall.
<14> 08/06 al 13/06	Bancos de filtros	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				1) P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall.
<15> 15/06 al 20/06	Bancos de filtros	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				1) P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks",

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
						Prentice Hall.
<16> 22/06 al 27/06	Análisis espectral (introducción)	Ejercitación y estudio de aplicaciones.				3. P. Stoica, R. Moses, Introduction to Spectral Analysis, Prentice Hall, 1997.

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º				
2º				
3º				
4º				