



# Planificaciones

6638 - Procesamiento de Señales I

Docente responsable: GIRIBET JUAN IGNACIO

## OBJETIVOS

El objetivo es que el alumno adquiera los conocimientos teóricos básicos para el estudio del procesamiento de señales digitales. Esta primera parte está dedicada al estudio y diseño de filtros digitales, bancos de filtros e introducir la base de la teoría de estimación lineal.

Se pretende también que el alumno pueda volcar en aplicaciones prácticas los conocimientos adquiridos. Si bien la mayor parte de las aplicaciones se evalúan mediante simulación numérica, se estudian las limitaciones de la implementación de estos algoritmos en otras plataformas como DSP u otros microprocesadores.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

1. Diseño de filtros digitales.
4. Banco de filtros.
5. Estimación lineal y filtros de Wiener.
6. Predicción lineal.
7. Estimación LS.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### 1. DISEÑO DE FILTROS

- 1.1 Especificaciones de los filtros
- 1.2 Pasa bajos, pasa altos, pasa bandas, elimina bandas, multibandas.
- 1.3 Respuesta en frecuencia de los filtros digitales. Fase lineal, fase lineal generalizada, filtros de fase mínima, filtros pasa todo.
- 1.4 Filtros FIR. Filtros FIR de fase lineal, tipos de filtros.
- 1.5 Diseño de filtros FIR. Pasa bajos, pasa altos, multibandas, fenómeno de Gibbs.
- 1.6 Ventanas para el diseño de filtros FIR.
- 1.7 Diseño de filtros FIR por cuadrados mínimos.
- 1.8 Filtros FIR equiripple. Algoritmo de Remez.
- 1.9 Filtros IIR
- 1.10 Filtros analógicos: Butterworth, Chebyshev, Elípticos,
- 1.11 Invariancia al impulso, transformación de Tustin. Diseño de filtros IIR.
- 1.12 Fase de los filtros IIR.
- 1.13 Realizaciones: paralelo, cascada, lattice,
- 1.14 Representación en el espacio de estado de los filtros.
- 1.15 Cuantización. Efectos en los polos y en los ceros. Modelización del error de cuantización.
- 1.16 Multirate. Decimación y expansión.
- 1.17 Filtros polifase. Representación polifase de la decimación, conversión de la velocidad de muestreo.
- 1.18 Bancos de filtros. Bancos de dos canales, reconstrucción perfecta, bancos de octavas,

#### 2. PROCESOS ESTOCÁSTICOS DISCRETOS Y ESTACIONARIOS

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Matriz de correlación de un proceso estacionario.
- 2.3. Modelo autoregresivo (AR).
- 2.4 Modelo de promedios móviles (MA), y modelo compuesto ARMA.
- 2.5 Ecuación de Yule-Walker, propiedades y aplicaciones.
- 2.6 Procesos de innovación.
- 2.7 Teoría del filtro de Wiener
  - 2.7.1 Principio de ortogonalidad.
  - 2.7.2 Ecuación normal
  - 2.7.3 Error cuadrático medio.

#### 3. PREDICCIÓN LINEAL

- 3.1 Filtros de predicción hacia adelante y hacia atrás, (Forward y Backward).
- 3.2 Algoritmo de recursión de Levinson-Durbin.
- 3.3 Coeficientes de reflexión y función de autocorrelación.
- 3.4 Criterio de Schur-Cohn.
- 3.5 Predictores lattice
- 3.6 Equivalencia entre la propiedad de fase mínima del operador de predicción de error y la positividad de la matriz de correlación.
- 3.7 Estimación de procesos conjuntos.

#### 4. ESTIMACION CUADRADOS MÍNIMOS LS

- 4.1 Ecuaciones Normales y filtrado LS.
- 4.2 Matriz de covarianza estimada. Propiedades.
- 4.3 Propiedades de la estimación LS
- 4.4 Solución de Norma mínima y Pseudoinversas.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall.
- 2) Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series.
- 3) Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear Estimation" Prentice Hall.
- 4) L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison-Wesley Publishing Co.

#### **RÉGIMEN DE CURSADA**

##### Metodología de enseñanza

Se desarrollan los temas teóricos pertinentes y se complementa con la resolución de una serie de problemas obligatorios que incluyen trabajos con computadora, los cuales facilitan la comprensión de los temas desarrollados. Se complementa con la ejecución de dos trabajos prácticos individuales que permiten evaluar la comprensión alcanzada por los alumnos sobre los distintos temas.

##### Modalidad de Evaluación Parcial

Se requiere la aprobación de un parcial y de dos trabajos prácticos (informe y evaluación).

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 11/03 al 16/03	Filtros digitales. Introducción, especificación de los filtros, respuesta en frecuencia.	Problemas				P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)  Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series
<2> 18/03 al 23/03	Filtros FIR de fase lineal, fase lineal generalizada, diseño por ventanas.	Problemas			Entrega de problemas	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)  Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series
<3> 25/03 al 30/03	Diseño por cuadrados mínimos. Diseños óptimos en normas infinito, algoritmo de Remez.	problemas			Entrega de problemas revision	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)  Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series
<4> 01/04 al 06/04	Filtros IIR. Fase de filtros IIR diseño y realizaciones.	Problemas			Entrega problemas Wiener	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)  Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series
<5> 08/04 al 13/04	Cuantización, efectos en los polos y los ceros, modelos de los errores de cuantización.	Problemas			Entrega problemas predicción lineal	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)  Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, "Digital Signal Processing" Prentice-Hall Signal Processing Series
<6> 15/04 al 20/04	Multirate, filtros polifase, conversión de la velocidad	Problemas			Problemas Predicción lineal	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	de muestreo.					(October 1, 1992)
<7> 22/04 al 27/04	Bancos de filtros, bancos de filtros de reconstrucción perfecta, bancos de octavas.	Problemas		Entrega de TP1	Problemas LS	P. P. Vaidyanathan, "Multirate Systems And Filter Banks", Prentice Hall PTR (October 1, 1992)
<8> 29/04 al 04/05	Clase de consulta	Consultas y Revisión del TP1			Problemas de LS	
<9> 06/05 al 11/05	Revisión del TP1	1er Parcial				
<10> 13/05 al 18/05	Procesos estocásticos, repaso de algunos resultados necesarios. Correlación de procesos estacionarios, modelo ARMA, ecuaciones de Yule-Walker, innovaciones.	Problemas				Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear Estimation" Prentice Hall.  L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison-Wesley Publishing Co.
<11> 20/05 al 25/05	Filtro de Wiener, ecuación normal. Principio de ortogonalidad. Estimación lineal.	Problemas			Entrega de TP1 Entrega Problemas Kalman	Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear Estimation" Prentice Hall.  L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison-Wesley Publishing Co.
<12> 27/05 al 01/06	Filtro de Wiener IIR.	Problemas			Entrega problemas	Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear Estimation" Prentice Hall.  L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison-Wesley Publishing Co.
<13> 03/06 al 08/06	Predicción lineal, Levinson-Durbin,	Problemas		TP Final	Entrega de problemas	Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	Criterio de Schur-Cohn, Equivalencia entre la propiedad de fase mínima del operador de predicción de error y la positividad de la matriz de correlación.					Estimation" Prentice Hall.  L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison- Wesley Publishing Co.
<14> 10/06 al 15/06	Ecuaciones Normales y filtrado LS. Matriz de covarianza estimada. Propiedades Propiedades de la estimación LS Solución de Norma mínima. Pseudoinversa	Consulta				Thomas Kailath, Ali H. Sayed, and Babak Hassibi "Linear Estimation" Prentice Hall.  L.L. Scharf, "Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis" New York: Addison- Wesley Publishing Co.
<15> 17/06 al 22/06	Consultasy Revisión del TP final y evaluación de la segunda parte (Wiener, predicción lineal, LS)	2do Parcial				
<16> 24/06 al 29/06	Revisión del TP final y evaluación de la segunda parte (Wiener, predicción lineal, LS)	2do Parcial				

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	9	09/05	10:00	
2º	11	23/05	10:00	
3º	13	06/07	10:00	
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
Se deben resolver dos problemas y un tema teórico.				
Otras observaciones				
Las fechas de evaluación de los trabajos prácticos se determinarán oportunamente.				