

EM 717 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS

O' 2008; 10 UD

REQUISITOS: EL 42D y AD

DH: (3-2-5)

Prof.: Gmo. D. González R.
gugonzal@ing.uchile.cl

Carácter: Electivo para Ingeniería Civil Electricista.

Objetivos Generales:

Entregar una visión y comprensión general y conceptual de la Identificación de Sistemas, Estimación de Parámetros y Modelación., en particular, en relación con los Espacios de Hilbert. De esta manera se tendrá una visión unificada de los problemas como proyección de las señales a modelar, sobre diversos conjuntos de bases. Estudiar las wavelets y su empleo en identificación de sistemas y en detección e identificación de fallas en sistemas. Proporcionar herramientas de software para la solución de problemas en estos temas.

Objetivos Específicos:

- a) Proporcionar una visión general de la modelación para identificación de sistemas, incluyendo la modelación como proyección en espacios de Hilbert de señales de entrada (bases). Con ello se tiene una visión unificada en la modelación en los espacios R^n , espacios de variables aleatorias, espacios para expansión en serie (Fourier, Legendre), espacio de wavelets (ondinas) , etc., aparece como casos particulares de un caso general de proyecciones en espacios de Hilbert.
- b) Dar una estructura general para el tratamiento de las clases de modelos lineales en los parámetros, no lineales en los parámetros y de parámetros variantes
- c) Estudiar y emplear las wavelets en identificación de sistemas variantes en el tiempo y en detección e identificación de fallas.
- d) Dar herramientas matemáticas para resolver los problemas que se presentan en determinación de estructuras y estimación de parámetros de sistemas y plantas, considerando diversas clases de modelos y de métodos para determinarlos (regresión multivariable, conjuntos difusos, redes neuronales y wavelets)
- e) Dar herramientas de software para resolver los problemas que se presentan en estas materias (MATLAB y toolboxes de identificación, conjuntos difusos, redes neuronales, wavelets y estadística; lselect, etc.)
- e) Ejemplificar tanto con casos simples, con soluciones analíticas para asentar los conceptos, como con casos complejos (identificación de plantas industriales, reconocimiento de caracteres, diseño de sensores virtuales, etc.).

CONTENIDOS

Hrs. de Clase

1.0.- Introducción.

- 1.1.- Visión General de la Modelación de Sistemas (7.5 h)
- 1.2.- Repaso de Procesos Estocásticos

2.0.- La Modelación como Proyección en Espacios de Producto Interno y de Hilbert (10.5 h)

- 2.1.- Espacios métricos, Espacios Lineales, Espacios normados, Espacios de producto interno
- 2.2.- Espacios de Hilbert . Norma inducida; Teorema de Pitágoras; Teorema del paralelogramo; Teorema de la Serie de Fourier; teorema de la proyección ortogonal; Aproximaciones con norma de error mínima; Sucesiones infinitas; Bases ortogonales y ortonormales: Condición de finalidad; Bases aproximantes.
- 2.3.- Espacios de Hilbert de variables aleatorias y de wavelets
- 2.4.- Proyección: Estimación de señales y modelación como proyección en espacios de Hilbert.
- 2.5.- Componentes principales en espacios de Hilbert.
- 2.6.- Enfoque global de la modelación que abarca modelos lineales y no lineales en los parámetros.

3.0.- Identificación de Sistemas y Estimación de Parámetros (16.5 h.)

- 3.1.- El problema de la identificación y los espacios de Hilbert. Diferentes tipos de modelos. Estructura de los modelos y estimación de sus parámetros.
 - 3.2.- Identificación de modelos tipo ARMAX y similares. Casos de perturbación de ruido blanco y de ruido coloreado.
 - 3.3.- Identificación de sistemas con parámetros variantes. Empleo del Filtro de Kalman.
 - 3.4.- Modelos difusos de la clase Takagi y Sugeno.
 - 3.5.- Métodos y software para determinación de estructuras de modelos y de estimación de parámetros. Estimación recursiva y no recursiva (batch).
 - 3.6.- Identificación y control. Aplicación de identificación en control adaptable indirecto.
 - 3.7.- Identificación y estimación de señales (inferencia, sensores virtuales)
 - 3.8.- Modelación en el espacio de las componentes principales (PCA, PLS).
 - 3.9.- Identificación y detección de fallas en sistemas.
 - 3.10.- Ejemplos simples y de aplicaciones a plantas industriales
-

4.0.- Modelación difusa

(4.5 h)

- 4.1.- Conjuntos difusos
- 4.2.- Modelos difusos de Takagi y Sugeno: Proyección sobre bases que son funciones de los conjuntos difusos.
- 4.3.- Introducción al control difuso de sistemas.

5.0.- Wavelets

(9 h)

- 5.1.- Desarrollo histórico.
- 5.2.- Importancia de la wavelets en problemas de la ingeniería (filtros, compresión de señales e imágenes, etc.)
- 5.2.- Wavelet de Haar. Espacios ortonormales de wavelets. Otras wavelets.
- 5.3.- Transformada wavelet de tiempo discreto (DWT)
- 5.4.- Expansión en wavelets como proyección en espacio de Hilbert.
- 5.5.- Determinación de los coeficientes de las expansiones en wavelets (filtros en cuadratura)
- 5.6.- Transformada wavelet de tiempo continuo (CWT)
- 5.7.- Modelación en espacios de wavelets.
- 5.8.- Detección e identificación de fallas en sistemas empleando wavelets

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor con apoyo de apuntes en Word, Excel y Powerpoint, y demostraciones computacionales usando MATLAB.

Se darán aproximadamente cuatro tareas, con problemas tanto teóricos como computacionales a ser resueltos por los alumnos, para afianzar y ejemplificar la materia tratada en clase.

EVALUACIÓN:

La evaluación se realizara por medio de: el examen, tres controles, y las tareas.

BIBLIOGRAFÍA

Burrus, C.S., Gopinath, R.A. and Guo, H., *Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms*, 1998, Prentice Hall, New Jersey.

Daubechies, I., *Ten lectures on wavelets*, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002.

Ljung, L. *System Identification - Theory for the User*. Prentice Hall International, London, 1989.

Ljung, L. *System Identification Toolbox*, The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 1992.

Grace, A., Laub, A.J., Little, J.N., Thompson, C.M. *Control System Toolbox*, The MathWorks Inc., Natick, MA, USA, 1992.

Gonzalez, G. D. , Apuntes del Curso EM 717, Depto. de Ingeniería Eléctrica, U. de Chile, 2008.

González, G. D., R. Paut, A. Cipriano, D. Miranda, G. Ceballos. "Fault detection and isolation using concatenated wavelet transform variances and discriminant analysis". *IEEE Trans. on Signal Processing*, to appear May 2006.

González, G. D., G. Ceballos, R. Paut, D. Miranda, P. La Rosa. "Fault detection and identification through variance of wavelet transform of system outputs", in *Recent advances in Intelligent systems and signal processing*, Ed. N.E. Mastorakis, C. Manikoupoulos, G.E. Antoniou, V.M. Mladenov, I.F. Gonos, WSEAS Press, 2003, pp. 47-53

González R., G., C. A. Pérez y P.S. La Rosa. "Enfoque global de la identificación de sistemas mediante modelos de caja negra". *Anales del Instituto de Ingenieros*; Vol. 114, N° 2, 47-61. (en *Revista Chilena de Ingeniería*, Agosto, 2002)

Misiti, M.,Y. Misiti, G. Oppenheim, J-M Poggi, *Wavelet Toolbox User's Guide*, The Mathworks Inc., Natick, MA, USA, 1997.

Naylor A.W., G.R. Sell, *Linear Operator Theory in Engineering and Science*, Holt, Rinehart, and Winston, 1971.

Papoulis A., S.U. Pillai, *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, McGraw-Hill., Fourth Edition, 2002..

Simmons, D. M., *Nonlinear Programming for Operations Research*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1975.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Visión global de la modelación y la identificación como proyecciones en Espacios de Hilbert. Modelos lineales en los parámetros. Expansión en wavelets. Identificación de sistemas y estimación de parámetros constantes y variantes en el tiempo. Determinación de estructuras de modelos. Wavelets en identificación y en detección e identificación de fallas en sistemas.