

EM 728 OPTIMIZACIÓN PARA EL CONTROL DE SISTEMAS

10 U.D.

REQUISITOS: EL 42D y EL 41C y A.D.

DH: (4-4-2)

CARACTER: Electivo de la carrera de Ingeniero Civil Electricista y de los programas de Magíster y Doctorado en Ingeniería Eléctrica.

OBJETIVOS:

Generales:

Entregar una visión y comprensión general de la optimización en diversos temas relacionados con el control automático de sistemas, enfatizando enfoques globales que les son comunes.

Específicos:

- a) Enfoque general basado en los espacios de Hilbert, de producto interno y de espacios normados poniendo énfasis en los aspectos conceptuales de cada uno de los temas a tratar. Ejemplos simples para ilustrar y reforzar los aspectos teóricos.
- b) Herramientas matemáticas para resolver los problemas que se presentan en control óptimo, estimación y predicción óptima de señales, identificación y estimación parámetros desde un punto de vista tanto general como específico para cada caso
- c) Software para la solución de los casos prácticos y complicados que se presentan en aplicaciones industriales. Se considerarán los aspectos teóricos en que se basan los diversos programas de software utilizados.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Espacios de Hilbert

12,0

- 1.1.- Espacios métricos, Espacios Lineales, Espacios normados y de Banach, Espacios de producto interno y de Hilbert.
- 1.2.- 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; Bases ortogonales y ortonormales; Bases aproximantes. Componentes principales en espacios de Hilbert.
- 1.3.- Ejemplos básicos: Variables aleatorias, procesos estocásticos, modelación, estimación y predicción, control óptimo.

2. Procesos Estocásticos

12,0

(Temas de procesos estocásticos relacionados con este curso)

- 2.1.- Espacio de probabilidades, variables aleatorias y procesos estocásticos, Enfoque desde el punto de vista de los espacios de Hilbert.
- 2.2.- Valor esperado. Estimación y predicción de variables aleatorias y de procesos estocásticos

2.3.- Estacionalidad. Procesos estocásticos ergódicos. Implicaciones en la prácticas de la ingeniería

2.4.- Sistemas dinámicos excitados por procesos estocásticos.
Relaciones entre funciones de correlación.

3. Fundamentos del Control Óptimo de Sistemas

24,0

3.1.- El control óptimo frente a otras formas de control

3.2.- Enfoque del control óptimo desde el punto de vista de los espacios de Hilbert y de Banach. Problemas de norma mínima.

3.3.- Control óptimo de sistemas en equilibrio. Casos determinístico y estocástico

3.4.- Control óptimo dinámico en el caso determinístico. El Principio del Máximo.
Problemas básicos. Transformación de problemas complejos problemas básicos.
Control óptimo para estado final fijo y llegada a superficie terminal.
Control de tiempo mínimo.

3.5.- Control óptimo de sistemas lineales con función de costo cuadrática en casos determinístico y estocástico (LQR, LQG). Certeza equivalente. Dualidad entre estimación óptima y control óptimo.

3.6.- Observadores para el control óptimo de sistemas. Observador de Luenberger, filtro de Kalman, observadores robustos.

3.7.- Bases del control predictivo generalizado (GPC).

3.8.- Algoritmos y software para optimización con y sin restricciones, en ambientes determinísticos y estocástico, para casos estáticos y dinámicos.

4. Identificación de Sistemas y Estimación de Parámetros

12,0

4.1.- El problema de la identificación y los espacios de Hilbert. Diferentes tipos de modelos. Estructura de los modelos y estimación de sus parámetros.
Estimación de señales y modelación como proyección en espacios de Hilbert.
Enfoque global de la modelación que abarca modelos lineales y no lineales en los parámetros

4.2.- Identificación de modelos tipo ARMAX y similares. Casos de perturbación de ruido blanco y de ruido coloreado.

4.3.- Métodos y software para determinación de estructuras de modelos y de estimación de parámetros. Estimación recursiva y no recursiva (batch).

4.4.- Identificación y control. Aplicación de identificación en control adaptable indirecto.

4.5.- Identificación y estimación de señales (inferencia, sensores virtuales)

4.6.- Identificación mediante conjuntos difusos del tipo Takagi-Sugeno

4.7.- Modelación en el espacio de las componentes principales (PCA, PLS).

4.8.- Ejemplos simples y en plantas industriales

ACTIVIDADES:

Las actividades consisten de clases expositivas del profesor, clases auxiliares y seminarios basados en presentaciones de media hora realizadas por los alumnos sobre temas propuestos por el profesor o sugeridos por ellos.

EVALUACION:

La evaluación se realizará sobre la base del examen, tres controles, de tres tareas y de las presentaciones de los alumnos en los seminarios.

BIBLIOGRAFIA:

- González, G. D. Optimización en Control Automático. Apuntes del curso EM 728, (aparecerá en 2007) <https://www.u-cursos.cl/ingenieria/>
- Papoulis A., S.U. Pillai, Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, McGraw-Hill., Fourth Edition, 2002.
- González G. D., 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, Nº 2, 47-61. (en Revista Chilena de Ingeniería, Agosto, 2002)
- Ljung, L. System Identification Toolbox. The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2002.
- Grace, A. Optimization Toolbox , The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2001.
- Grace, A., Laub, A:J., Little, J.N., Thompson, C.M. Control System Toolbox, The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2001
- Naylor A.W., G.R. Sell, Linear Operator Theory in Engineering and Science. Springer: Applied Mathematical Sciences, Vol. 40, 2000.
- Bryson, A. E., Dynamic Optimization. Addison Wesley, 1999.
- Burl, J. B., Linear Optimal Control, Prentice-Hall, 1999.
- Frazier, M. W. An Introduction to Wavelets through Linear Algebra. Springer Verlag, 1999.
- Ljung, L. System Identification - Theory for the User. Prentice Hall International, London, 1998
- Siourus, G. M., An Engineering Approach to Optimal Control and Estimation Theory. Wiley InterScience, 1996.
- Special issue on trends in system identification, Automatica, Vol. 31, No. 12, December, 1995.
- Bitmead, R., Gevers M., Wertz, V. Adaptive Optimal Control: The thinking Man's GPC. Prentice Hall International, London, 1990.
- Furuta, K., Sano, A., Atherton, D. State Variable Methods in Automatic Control. J. Wiley & Sons (1988)
- Simmons, D. M., Nonlinear Programming for Operations Research. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1975.
- Eykhoff, P. System Identification and Parameter Estimation. John Wiley, 1974
- Bryson, A. E. and Ho. Applied Optimal Control. Blaisdell Pub. Co., Mass., USA, 1969.
- Luenberger, D. G. Optimization by Vector Space Methods, J. Wiley & Sons, 1969.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Identificación de sistemas, control óptimo de sistemas, estimación y predicción de señales en casos determinísticos y estocásticos tratados desde enfoques globales: optimización y espacios normados, de Hilbert y de producto interno. Se incluye el empleo de software para aplicaciones a la ingeniería.