

Control Robusto de Sistemas

Responsable: Ricardo S. Sánchez Peña

Doctorado en Ingeniería – ITBA

Descripción

En este curso se tratan técnicas de Control de sistemas dinámicos inciertos desde la perspectiva de los modelos no paramétricos, con incertidumbre en la dinámica (global o estructurada). Esto cubre la descripción de muchos casos prácticos mediante sistemas lineales, no lineales, con retardos de tiempo o por ecuaciones en derivadas parciales. Se darán las técnicas de diseño de *loop shaping*, control óptimo en \mathcal{H}_∞ y la parametrización de todos los controles estabilizantes de un sistema, también conocido como el problema de Youla. Finalmente se tratarán los conceptos básicos de reducción de orden en modelos, un tema fundamental para conocer de cerca algunos de los problemas numéricos en el área de sistemas dinámicos. Se darán ejemplos simulados de aplicaciones prácticas a lo largo del curso.

Programa

Introducción [1 clase]

- El modelo como caricatura del sistema
- Incertidumbre y Realimentación
- Incertidumbre paramétrica, dinámica global, estructurada y mixta
- Compromisos en el diseño
- Fases del análisis robusto
- Perspectiva Histórica
- Algunas aplicaciones

Algo más de Notación, Matemáticas y Sistemas [1 clase]

- Representación de sistemas
- Transformaciones Lineales Fraccionales
- Interconexión de sistemas en variables de estado
- Valores singulares y normas de matrices
- Criterios de controlabilidad, observabilidad, detectabilidad y estabilizabilidad

Fórmula de Youla *et al* [2 clases]

- Ecuación de Diofantos/Aryabhata/Bezout
- Anillos de transferencias estables y propias
- Factores Coprimos
- Descripción fraccional de sistemas
- Parametrización de Youla: fórmula de todos los controles estabilizantes
- Controlador de 2 grados de libertad
- Ejemplos

Análisis: Sistemas c /Incertidumbre no estructurada [2 clases]

- Sistemas bien planteados
- Concepto de Estabilidad Interna
- Márgenes de fase/ganancia vs. Incertidumbre dinámica global
- Familias de modelos y Estabilidad (Interna) Robusta
- Performance Nominal y Robusta
- Incertidumbre estructurada, análisis exacto y μ -síntesis
- ¿Diferencias en sistemas MIMO? (incertidumbre en actuadores)
- Ejemplo: Análisis del control del satélite SAC-C

Diseño: *Loop shaping* [1 clase]

- Motivación: compromisos en el lazo de control
- ¿Porqué Sensibilidades Mixtas?
- ¿Cómo diseño? Limitaciones
- Uso del parámetro libre $Q(s)$ de la fórmula de Youla
- Ejemplo: Avión caza RPV (en MatLab)

Diseño: Control Óptimo en \mathcal{H}_∞ [2 clases]

- ¿Cómo se usa?
- Resolución exacta de PN y ER
- Resolución de PR por sensibilidades mixtas
- Ejemplo 1: Avión caza RPV (en MatLab)
- Ejemplo 2: Turbina magnéticamente levitada
- Ecuaciones de Riccati, LMI's, teorema de Schur

- Lema acotado real (BRL)
- Control Óptimo en \mathcal{H}_∞ mediante LMI's
- Resultados del Control Óptimo en \mathcal{H}_∞ mediante DGKF

Reducción de orden en modelos [2 clases]

- Direcciones preferenciales de un modelo
- Valores singulares y norma de Hankel
- Realizaciones balanceadas
- Balanceo y truncamiento, cotas de error

NOTA:

La base de temas de Matemáticas y de Sistemas necesarias para el desarrollo del resto de los temas puede consultarse en [4, 2, 3].

Método de evaluación

- La calificación dependerá de los resultados de un examen parcial y de un Examen final. Se distribuirán Trabajos Prácticos que le servirán al alumno para fijar los temas teóricos, pero que contribuirán de forma residual en la calificación final.
- Los recuperatorios se tomarán al final del curso.
- El promedio de ambos exámenes y del recuperatorio deberá ser mayor o igual a: **8** para los estudiantes de Doctorado, **6** para Grado.
- Se asume que el alumno tiene conocimientos básicos de sistemas dinámicos y conoce el material de los cursos de Control Clásico y Moderno (variables de estado, controlabilidad, realimentación de estado, observadores, etc). Es altamente recomendable saber manejar el programa Matlab[©].

Referencias

- [1] Doyle J.C., Francis B., Tannembaum A., *Feedback Control Theory*, McMillan, 1992.
- [2] Sánchez Peña, R.S., *Introducción a la Teoría de Control Robusto*, Ed. Control S.R.L., 1992 (2da. Edición 1999).
- [3] Zhou K., Doyle J.C., Glover K., *Robust and Optimal Control*, Prentice Hall, 1996.
- [4] Sánchez Peña R.S., Sznaier M., *Robust System Theory and Applications*, Wiley & Sons, 1998.
- [5] G. E. Dullerud and F. Paganini, *A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach*, Springer-Verlag, 2000.