



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	CONTROL MULTIVARIABLES VIA LMI
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 11307, Nivel: 2, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: General de Área, Plan de Estudios: Resolución N°1118 del 03/04/20.</i> La asignatura Control Multivariable vía LMI (Linear Matrix Inequalities) aborda el análisis y diseño de sistemas de control multivariables utilizando formulaciones convexas basadas en desigualdades matriciales lineales. Se estudian problemas de estabilidad, robustez y desempeño (H_2, H_∞) para sistemas lineales, inciertos y con retardos, así como el diseño de controladores y observadores mediante técnicas LMI. El curso enfatiza la formulación sistemática de problemas de control como programas convexas y su resolución mediante herramientas numéricas basadas en LMI.
Objetivos	• Comprender el marco teórico de las desigualdades matriciales lineales (LMI) aplicadas al control multivariable. • Analizar la estabilidad y robustez de sistemas lineales e inciertos mediante formulaciones LMI. • Diseñar controladores y observadores usando criterios convexas de desempeño. • Aplicar técnicas LMI para especificaciones H_2 y H_∞ • Formular y resolver problemas de control como programas convexas utilizando herramientas computacionales especializadas.
Contenidos	Unidad 1: Introducción: Motivación al Control Multivariable • Introducción: ¿qué es Sistemas dinámicos multivariable? • Revisión de la dinámica de los sistemas de control y su representación por variable de estado, y los conceptos de Controlabilidad y Observabilidad Unidad 2: Inecuaciones Matriciales Lineales • Que es inecuación matricial lineal • Definir los características y propiedades de una inecuación matricial lineal • Técnicas generales de cómo obtener y programar una LMI (clases teóricas y Laboratorio) Unidad 3: Análisis de Estabilidad y Desempeño de Sistemas Multivariables (Continuo y Discreto). • Definir las condiciones de estabilidad de un sistema multivariable continuo y discreto via LMIs • Determinar condiciones que garantizan el desempeño H_2 y H_∞ Unidad 4: Diseño de Controladores • Diseñar controladores vía realimentación de estados • Diseñar controladores vía realimentación de salida • Diseñar controladores tipo LQR • Diseñar observadores de estados (Filtro de Kalman, Filtro H_2 y Filtro H_∞) • Implementación de las técnicas anteriores via simulación y utilizando la planta de 4 estanques disponible en el laboratorio Unidad 5: Introducción a Otras Clases de Sistemas • Introducción a sistema T-S fuzzy • Introducción a sistemas con retardo



Modalidad de evaluación	Estrategias metodológicas • Cátedra: El curso se desarrolla a través de clases conceptuales complementadas con lecturas previas, actividades prácticas realizadas tanto durante la clase como de manera autónoma, visando que los estudiantes realicen el diseño de diferentes estrategias de control, de manera algebraica y simulada que satisfaga los requerimientos del sistema en lazo cerrado. • Laboratorio: Se desarrollarán actividades prácticas de análisis y diseño de controladores para sistema simulados y la planta de 4 estanques, de manera colaborativa en equipo, complementada con simulación numérica utilizando softwares, como por ejemplo MATLAB. Evaluación El curso se evalúa con notas parciales del laboratorio, un proyecto semestral en pareja, presentaciones y pruebas cuando sea necesario. El laboratorio será evaluado a través de la realización individual de experiencias de laboratorios prácticos y/o vía simulación numérica para el correcto análisis y diseño de controladores, y la correspondiente entrega de informes con el análisis de los resultados obtenidos.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Diseñar estrategias de control para sistemas dinámicos multivariables a tiempo continuo y discreto utilizando Inecuaciones Matriciales Lineales (LMIs) de manera sistemática, autónoma y colaborativa, garantizando un adecuado desempeño del sistema en lazo cerrado, incluyendo la capacidad de rechazar de perturbaciones. Resultado de Aprendizaje Específicos: • Identificar las principales características y propiedades de sistemas dinámicos multivariable en la representación por variable de estado, desarrollando un aprendizaje autónomo para un análisis profundo de los sistemas multivariables. • Implementar computacionalmente Inecuaciones Matriciales Lineales de manera colaborativa utilizando softwares para la correcta sintonía de controladores para sistema MIMO. • Efectuar el análisis de estabilidad y de desempeño de sistemas MIMO, usando LMIs para desarrollar la capacidad de análisis y pensamiento crítico. • Diseñar controladores vía realimentación de estados, observadores de estado y filtros, usando como herramientas Inecuaciones Matriciales Lineales de manera autónoma y colaborativa, a través de simulación e implementación práctica. • Reconocer las características fundamentales de sistemas más complejos de forma autónoma, utilizando herramientas matemáticas, fomentando el aprendizaje independiente y el pensamiento crítico.
Bibliografía	Básica: • [1] S. Boyd, L. El Ghaoui, E. Feron y V. Balakrishnan, <i>Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory</i>. Philadelphia, PA, USA: SIAM, 1994. • [2] G.-R. Duan, <i>LMIs in Control Systems: Analysis, Design and Applications</i>. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. • [3] S. Skogestad y I. Postlethwaite, <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i>, 2nd ed. Chichester, U.K.: John Wiley & Sons, 2005. • [4] G. E. Dullerud y F. Paganini, <i>A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach</i>. New York, NY, USA: Springer, 2000, ISBN: 978-0387989451. • [5] K. Gu, J. Chen y V. L. Kharitonov, <i>Stability of Time-Delay Systems</i>. Boston, MA, USA: Springer, 2003.



Recomendada:

- M. S. Fadali y A. Visioli, *Digital Control Engineering: Analysis and Design*. Burlington, MA, USA: Academic Press, 2009.
- R. A. Horn y C. R. Johnson, *Matrix Analysis*, 2nd ed. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2012.
- R. V. Patel y N. Munro, *Multivariable System Theory and Design*. Oxford, U.K.: Pergamon Press, 1982.
- C. T. Chen, *Linear System Theory and Design*. New York, NY, USA: Saunders College Publishing, 1984.
- M. Corless, *Introduction to Dynamic Systems (Network Mathematics Graduate Programme)*. West Lafayette, IN, USA: School of Aeronautics & Astronautics, Purdue University, 2011.