



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	SISTEMAS LINEALES AVANZADOS
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 12500, Nivel: 1, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: Obligatoria, Plan de Estudios: Resolución N°3618 del 15/07/25.</i> La asignatura entrega herramientas cualitativas y cuantitativas para representar, caracterizar, resolver y analizar sistemas dinámicos lineales continuos y discretos, variantes e invariantes en el tiempo, con énfasis en las potenciales aplicaciones multidisciplinarias, en Ciencias de la Ingeniería, en Ingeniería Eléctrica y en Control Automático.
Objetivos	Representar, caracterizar, resolver y analizar la dinámica de sistemas lineales continuos y discretos, variantes e invariantes en el tiempo, aplicando diferentes métodos de análisis cualitativos y cuantitativos, para obtener conclusiones sobre el comportamiento de dichos sistemas, y contribuir al objetivo de desarrollar la capacidad de generar y/o mejorar productos y soluciones tecnológicas, utilizando herramientas actuales y/o desarrollos propios, aplicando creatividad y autoaprendizaje desde una perspectiva sistémica, multidisciplinaria, innovadora y colaborativa.
Contenidos	Unidad 1: Introducción. • Introducción a sistemas dinámicos y sistemas de control. • Descripción matemática de sistemas dinámicos continuos y discretos en el tiempo. • Desarrollo y transformación de diferentes tipos de representaciones de sistemas dinámicos. Unidad 2: Representación de estado de sistemas lineales. • Representación de estado de sistemas lineales continuos en el tiempo. • Representación de estado de sistemas lineales discretos en el tiempo. • Linealización de sistemas dinámicos continuos y discretos en el tiempo. Unidad 3: Solución de sistemas lineales, a partir de su representación de estado. • Solución de sistemas lineales invariantes, continuos en el tiempo. • Solución de sistemas lineales, variantes y continuos en el tiempo. • Solución de sistemas lineales discretos en el tiempo. Unidad 4: Análisis de estabilidad de sistemas lineales. • Análisis de estabilidad de sistemas lineales continuos en el tiempo. • Análisis de estabilidad de sistemas lineales discretos en el tiempo. • Estabilidad interna. • Estabilidad BIBO. Unidad 5: Formas canónicas de representaciones de estado. • Forma canónica controlable. • Forma canónica observable. • Forma canónica diagonal. • Forma canónica de Jordan. • Controlabilidad y observabilidad. Test de Kalman y test de Gilbert.



	Unidad 6: Control por realimentación de estado. • Realizaciones mínimas. • Realimentación de estado. • Control LQR. • Observador de estado de orden completo. • Observador de estado de orden reducido. • Principio de separación.
Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas: La metodología de enseñanza-aprendizaje es una combinación de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y aprendizaje invertido (<i>flipped learning</i>). Los aprendizajes de las unidades temáticas se desarrollan a través de trabajos escritos y simulaciones, basados en el estudio de bibliografía especializada. Los estudiantes trabajan en forma autónoma, con una orientación inicial de la profesora en cada trabajo, consultas de los y las estudiantes durante el desarrollo de cada módulo y exposiciones en clase. Se enfatiza el aprendizaje activo del o de la estudiante y su participación en clases, utilizando herramientas actuales y/o desarrollos propios, aplicando creatividad y autoaprendizaje. Evaluación: La asignatura se evalúa en base a los trabajos desarrollados, que incluyen todas las unidades temáticas. Dicha evaluación comprende todos los resultados de aprendizaje.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Representar, caracterizar, resolver y analizar la dinámica de sistemas lineales continuos y discretos, variantes e invariantes en el tiempo, aplicando diferentes métodos de análisis cualitativos y cuantitativos, para obtener conclusiones sobre el comportamiento de dichos sistemas, y contribuir al objetivo de desarrollar la capacidad de generar y/o mejorar productos y soluciones tecnológicas, utilizando herramientas actuales y/o desarrollos propios, aplicando creatividad y autoaprendizaje desde una perspectiva sistémica, multidisciplinaria, innovadora y colaborativa. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Representar los sistemas dinámicos mediante sistemas de ecuaciones diferenciales, ecuaciones de diferencias y representaciones de estado, mediante el reconocimiento de sus principales características, para obtener diferentes tipos de representaciones, vincular los aprendizajes con las potenciales aplicaciones y desarrollar el pensamiento sistémico del o de la estudiante en un contexto multidisciplinario. • Desarrollar diferentes tipos de modelos de sistemas lineales o linealizados, mediante su caracterización, para obtener diferentes tipos de representaciones y mejorar la capacidad de análisis del o de la estudiante. • Resolver representaciones de estado de sistemas lineales continuos y discretos, variantes e invariantes en el tiempo, mediante diferentes métodos de desarrollo, para que el estudiante pueda obtener las soluciones analíticas de los sistemas lineales. • Analizar la estabilidad de sistemas lineales continuos y discretos, empleando diferentes criterios, para desarrollar la capacidad de análisis y síntesis en base a metodologías cuantitativas y cualitativas, que sean de interés para su aplicación en sistemas de control, desde una perspectiva sistémica y multidisciplinaria. • Describir sistemas dinámicos lineales invariantes en el tiempo (S.L.I.T.), mediante diferentes representaciones canónicas, para que el o la estudiante pueda determinar si son controlables u observables.



	• Diseñar controladores por realimentación de estado y observadores de estado, mediante diferentes técnicas, para desarrollar la capacidad de sintetizar y diseñar sistemas lineales de control en diferentes contextos tanto teóricos como aplicados, con un enfoque sistémico y multidisciplinario.
Bibliografía	Básica: • Chen, C. T. (2013). Linear Systems Theory and Design. Fourth Edition, Oxford University Press, New York, USA. • Callier, F. M. and Desoer, C.A. (1991). Linear System Theory. Springer-Verlag. • Chen, C. T. (1999), Linear System Theory and Design. Third Edition, Oxford University Press, New York, USA. (Alternativa a la cuarta edición indicada en la bibliografía básica). Biblioteca digital de la Universidad de Santiago. • Dahleh, M., Dahleh, M. A., Verghese, G. (2011). Lectures on Dynamics Systems and Control. Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare. License: Creative Commons BY-NC-SA. Retrieved from https://ocw.mit.edu/courses/6-241j-dynamic-systems-and-control-spring-2011/996025f6db0d90b00f11c44fc49b85f9_MIT6_241JS11_textbook.pdf Recomendada: • Datta, B. N. (2004), Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, Chapter 10. Elsevier. Biblioteca digital de la Universidad de Santiago. • Chen, C. (2011). Signal and Systems: A Fresh Look. CreateSpace. Alternativa disponible en la biblioteca digital de la Universidad de Santiago: Chen, C. T. (2004), Signal and Systems. Third Edition, Oxford University Press. • Bases de datos de revistas de la biblioteca digital de la Universidad de Santiago, del ámbito interdisciplinario y de las áreas de sistemas dinámicos y control automático.