



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA INDUSTRIAL
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 11317, Nivel: 2, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: General de Área, Plan de Estudios: Resolución N°1118 del 03/04/20.</i> Proporcionar a los(as) estudiantes los conocimientos fundamentales sobre el diseño, modelado y control de robots industriales, integrando conceptos de cinemática, dinámica, planificación de trayectorias y técnicas de control, con un enfoque en su aplicación práctica en la Ingeniería Eléctrica y considerando criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en el contexto de la Industria 4.0.
Objetivos	Objetivo General: Desarrollar competencias avanzadas en el diseño, modelado matemático y control de robots industriales, aplicando teorías de cinemática y dinámica, así como técnicas de control moderno, para resolver problemas complejos en sistemas robóticos utilizados en la automatización industrial. Objetivos Específicos: • Analizar los fundamentos de la cinemática directa e inversa de manipuladores robóticos. • Desarrollar modelos dinámicos de robots industriales aplicando las formulaciones de Lagrange y Newton-Euler. • Diseñar algoritmos de planificación de trayectorias en el espacio de juntas y en el espacio cartesiano. • Implementar estrategias de control PID, control por torque calculado y control adaptativo para robots manipuladores. • Evaluar el desempeño de sistemas robóticos mediante simulaciones computacionales utilizando MATLAB/Simulink.
Contenidos	Unidad 1: Introducción General y Conceptos Básicos • Antecedentes generales. • Objetivos de la robótica industrial. • Desarrollo histórico y evolución de la robótica. • Impacto actual y futuro de los robots industriales. Unidad 2: Descripción Técnica de Robots Industriales • Arquitectura de los robots. • Estructura de los robots. • Principales características de los robots Industriales. • Descripción técnica de robots industriales. • Aplicaciones de robots industriales utilizados a nivel mundial. Unidad 3: Cinemática de Manipuladores • Herramientas Matemáticas. • Modelación cinemática del brazo del manipulador. Unidad 4: Dinámica de Manipuladores • Definiciones básicas.



	• Dinámica directa. • Formulación de <i>Newton-Euler</i> para las ecuaciones de movimiento. • Formulación de <i>Lagrange-Euler</i> para las ecuaciones de movimiento. • Dinámica inversa. Unidad 5: Planificación y Generación de Trayectorias • Planificación de trayectorias. • Generación de trayectorias. Unidad 6: Control de Robots Industriales • Control PID. • Técnica del Par Calculado. • Modelo de Referencia Adaptivo. • Control de Estructura Variable. • Control de Fuerza. • Implementación práctica en MATLAB/Simulink.
Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas: • Clases expositivas: Presentación de fundamentos teóricos de robótica industrial mediante exposiciones magistrales interactivas. • Sesiones prácticas: Modelado cinemático y dinámico utilizando MATLAB/Simulink y Robotics Toolbox. • Aprendizaje basado en proyectos: Diseño y simulación de controladores para robots manipuladores. • Estudio de casos: Análisis de aplicaciones reales de robótica industrial. • Revisión de literatura: Análisis crítico de artículos científicos recientes. • Trabajo autónomo: Estudio independiente, resolución de problemas y desarrollo de proyectos. Evaluación: • Tareas y trabajos prácticos: Modelado cinemático/dinámico, simulaciones, planificación de trayectorias. Evalúa correctitud técnica, claridad y profundidad del análisis. • Proyecto de diseño e implementación: Proyecto integral de diseño, modelado y control de un sistema robótico. Evalúa aplicación de metodologías, innovación, implementación mediante simulación, análisis de resultados y documentación técnica. • Presentación oral y defensa: Exposición del proyecto, demostrando dominio conceptual, comunicación técnica y capacidad de respuesta crítica.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Al finalizar el curso, el(la) estudiante será capaz de diseñar, modelar y controlar sistemas robóticos industriales completos, integrando conocimientos de cinemática, dinámica y control, demostrando competencia en el análisis teórico y la implementación práctica mediante herramientas computacionales para la solución de problemas reales en automatización industrial. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Aplicar transformaciones homogéneas y la convención de Denavit-Hartenberg para el modelado cinemático de robots industriales de diferentes configuraciones. • Formular modelos dinámicos completos de manipuladores robóticos utilizando las formulaciones de Lagrange y Newton-Euler, considerando fuerzas y pares aplicados.



	• Diseñar e implementar trayectorias óptimas que minimicen tiempo de ejecución, consumo energético o <i>jerk</i>, aplicando técnicas de interpolación avanzadas. • Sintetizar y ajustar controladores robustos (PID, torque calculado, adaptativo) para seguimiento de trayectorias con rechazo a perturbaciones. • Validar diseños cinemáticos, dinámicos y de control mediante simulación computacional en MATLAB/Simulink, realizando análisis crítico de resultados. • Evaluar el desempeño de sistemas robóticos en términos de precisión, repetibilidad, eficiencia energética y robustez ante incertidumbres.
Bibliografía	Básica: • B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, <i>Robotics: Modelling, Planning and Control</i>. London, U.K.: Springer, 2010. • J. J. Craig, <i>Introduction to Robotics: Mechanics and Control</i>, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2017. • M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, <i>Robot Modeling and Control</i>, 2nd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020. • S. B. Niku, <i>Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications</i>, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020. • Artículos científicos relacionados con el tema de tesis del(de la) estudiante. Recomendada: • B. Siciliano and O. Khatib, Eds., <i>Springer Handbook of Robotics</i>, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer, 2016. • K. M. Lynch and F. C. Park, <i>Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control</i>. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2017. • P. Corke, <i>Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB</i>, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer, 2017.