



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	ACCIONAMIENTO ELECTRICO
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 11309, Nivel: 2 o 3, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: Electiva, Plan de Estudios: Resolución N°1118 del 03/04/20.</i> Proporcionar a los(as) estudiantes los fundamentos teóricos y prácticos del accionamiento eléctrico mediante el uso de electrónica de potencia, abordando el control de velocidad, torque y posición en motores de Corriente Continua (CC) y Corriente Alterna (CA), tanto en baja como en media tensión. La asignatura integra el diseño, modelado y análisis de convertidores estáticos de potencia, técnicas de control moderno y su aplicación en sistemas automatizados industriales, considerando criterios de eficiencia energética, confiabilidad y sostenibilidad en el contexto de la Industria 4.0.
Objetivos	Objetivo General: Desarrollar competencias avanzadas en el diseño, análisis y control de accionamientos eléctricos basados en electrónica de potencia, aplicando teorías de convertidores estáticos, técnicas de control moderno y estrategias de modulación para resolver problemas complejos en sistemas de accionamiento utilizados en la automatización industrial. Objetivos Específicos: • Analizar la arquitectura y el funcionamiento de convertidores estáticos de potencia (rectificadores, inversores, <i>choppers</i> y cicloconvertidores). • Diseñar estrategias de control de velocidad y torque para motores de CC y CA utilizando técnicas clásicas y modernas. • Implementar técnicas de modulación PWM, control vectorial y control directo de torque para accionamientos de alto desempeño. • Evaluar el desempeño de sistemas de accionamiento eléctrico mediante simulaciones computacionales y análisis de eficiencia energética. • Aplicar criterios de protección, confiabilidad y normas técnicas en el diseño de accionamientos eléctricos industriales.
Contenidos	Unidad 1: Introducción a la Electrónica de Potencia y Accionamientos Eléctricos • Conceptos fundamentales de accionamientos eléctricos. • Dispositivos semiconductores de potencia: diodos, tiristores, IGBT, MOSFET. • Características estáticas y dinámicas de dispositivos de potencia. • Aplicaciones industriales de la electrónica de potencia. Unidad 2: Convertidores Estáticos de Potencia • Rectificadores controlados y no controlados (monofásicos y trifásicos). • <i>Choppers</i> CC/CC: topologías <i>buck</i>, <i>boost</i>, <i>buck-boost</i>. • Inversores CC/CA: monofásicos y trifásicos, topologías VSI y CSI. • Cicloconvertidores y convertidores matriciales. Unidad 3: Técnicas de Modulación y Control • Modulación por Ancho de Pulso (PWM): Sinusoidal, Vectorial (SVM). • Control escalar V/f para motores de inducción.



	• Transformaciones de <i>Park</i> y <i>Clarke</i>. • Filtros activos y pasivos de armónicos. Unidad 4: Accionamientos de Motores de Corriente Continua • Modelado matemático de motores CC. • Control de velocidad y torque mediante <i>choppers</i>. • Estrategias de control: PID, control en cascada, control adaptativo. • Frenado regenerativo y dinámico. Unidad 5: Accionamientos de Motores de Corriente Alterna • Modelado de motores de inducción y síncronos. • Control vectorial (<i>Field-Oriented Control</i> - FOC). • Control directo de torque (<i>Direct Torque Control</i> - DTC). • Variadores de Frecuencia (VFD) y partidores suaves. Unidad 6: Eficiencia Energética, Protección y Aplicaciones Industriales • Análisis de eficiencia energética en accionamientos eléctricos. • Protecciones: sobrecorriente, sobretensión, cortocircuito. • Normas técnicas: IEC, IEEE, NEC. • Aplicaciones: tracción eléctrica, sistemas HVAC, bombeo, robótica industrial. • Implementación práctica en MATLAB/Simulink y PSIM.
Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas: • Clases expositivas: Presentación de fundamentos teóricos de electrónica de potencia y accionamientos eléctricos mediante exposiciones magistrales interactivas. • Sesiones prácticas: Diseño y simulación de convertidores estáticos y sistemas de control utilizando MATLAB/Simulink, Power Electronics Toolbox y PSIM. • Aprendizaje basado en proyectos: Diseño integral de accionamientos eléctricos para aplicaciones industriales específicas. • Estudio de casos: Análisis de sistemas de accionamiento en industrias de tracción eléctrica, robótica, HVAC y procesos. • Revisión de literatura: Análisis crítico de artículos científicos recientes sobre técnicas avanzadas de control y modulación. • Trabajo autónomo: Estudio independiente, resolución de problemas y desarrollo de proyectos. Evaluación: • Tareas y trabajos prácticos: Diseño de convertidores, análisis de técnicas de modulación, simulaciones de control, evaluación de eficiencia energética. Evalúa correctitud técnica, claridad y profundidad del análisis. • Proyecto de diseño e implementación: Proyecto integral de diseño, modelado y control de un sistema de accionamiento eléctrico para aplicación industrial. Evalúa aplicación de metodologías, innovación, implementación mediante simulación, análisis de eficiencia energética, cumplimiento de normas técnicas y documentación técnica profesional. • 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, analizar y controlar sistemas completos de accionamiento eléctrico basados en electrónica de potencia, integrando conocimientos de



	convertidores estáticos, técnicas de modulación y control moderno, demostrando competencia en el análisis teórico y la implementación práctica mediante herramientas computacionales para la solución de problemas reales en automatización industrial con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Analizar y seleccionar dispositivos semiconductores de potencia y topologías de convertidores estáticos apropiadas para diferentes aplicaciones industriales. • Diseñar e implementar estrategias de modulación PWM y control escalar/vectorial para el accionamiento eficiente de motores eléctricos. • Sintetizar controladores robustos (PID, cascada, vectorial, DTC) para el seguimiento de referencias de velocidad y torque con rechazo a perturbaciones. • Formular modelos matemáticos dinámicos de motores CC y CA considerando efectos no lineales y saturaciones magnéticas. • Validar diseños de convertidores y estrategias de control mediante simulación computacional en MATLAB/Simulink o PSIM, realizando análisis crítico de resultados. • Evaluar el desempeño de sistemas de accionamiento eléctrico en términos de eficiencia energética, factor de potencia, contenido armónico y robustez ante incertidumbres, aplicando normas técnicas internacionales.
Bibliografía	Básica: • R. Krishnan, <i>Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control</i>. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010. • M. H. Rashid, <i>Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications</i>, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2017. • N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, <i>Power Electronics: Converters, Applications, and Design</i>, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020. • Artículos científicos relacionados con el tema de tesis del(de la) estudiante. Recomendada: • M. P. Kazmierkowski, R. Krishnan, and F. Blaabjerg, <i>Control in Power Electronics: Selected Problems</i>. San Diego, CA, USA: Academic Press, 2002. • D. G. Holmes and T. A. Lipo, <i>Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice</i>. Hoboken, NJ, USA: Wiley-IEEE Press, 2003. • A. M. Trzynadlowski, <i>Introduction to Modern Power Electronics</i>, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2016.