



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	ELECTIVO: MICRO-REDES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 12503 / 12504 / 12506, Nivel: 2 o 3, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: Electiva, Res. Plan de Estudios: Resolución N°3618 del 15/07/25.</i> El curso entrega una visión global de la generación distribuida y las micro-redes, abordando también temas específicos como esquemas de control y análisis de operación de los sistemas de generación distribuidos con alta integración de energías renovables.
Objetivos	• Modelar fuentes de generación sostenible considerando conceptos teóricos y matemáticos para representar su funcionamiento. • Analizar la operación de las micro-redes aplicando conceptos teóricos y matemáticos para determinar su correcto funcionamiento y dimensionamiento.
Contenidos	Unidad 1: Introducción a las Micro-Redes • Generación distribuida. • Control jerárquico. • Almacenamiento eléctrico. • Micro-redes on-grid y off-grid. • Sistemas de comunicación aplicados a micro-redes. • Micro-redes AC, DC e híbridas AC/DC. • Ejemplos prácticos. Unidad 2: Simulación de Micro-Redes • Convertidores de potencia. • Modelos promediados de converter-based generators para estudio de dinámica lenta. • Converter-based generators en modo grid-forming, grid-following y grid-supporting. • Simulación de fenómenos de dinámica lenta. Unidad 3: Control Centralizado y Descentralizado de Micro-Redes • Principios básicos de control centralizado y descentralizado. • Estructuras de comunicaciones. • Control primario, control droop. • Control secundario de frecuencia y voltaje. • Fallas en el sistema de comunicaciones. Unidad 4: Control Distribuido de Micro-Redes • Conceptos básicos de control distribuido multiagente. • Control cooperativo y no-cooperativo. • Control secundario distribuido para compartir potencia, despacho óptimo, etc. Unidad 5: Análisis de Operación y Gestión de Energía en Micro-Redes • Conceptos de estabilidad de micro-redes. • Influencia de las pendientes de droop en la estabilidad. • Estabilidad de pequeña señal. • Sistemas de gestión de la energía (EMS), de baterías (BMS) y de la demanda (DMS). • Modelación de consumo y recursos renovables.



Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas • En teoría, el curso utiliza la metodología de clases expositivas, considerando presentaciones dadas por el docente sobre los distintos tópicos asociados al curso. • En el laboratorio, se desarrolla un proyecto de análisis grupal, con clases en modalidad de tutorías para el avance de los respectivos problemas. Evaluación En teoría, se consideran evaluaciones sumativas a través de trabajos de investigación, simulación y exposiciones, mientras que en laboratorio se consideran evaluaciones de pre-informe e informe a partir de las actividades desarrolladas en clases.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Analizar la operación de las micro-redes aplicando conceptos teóricos y matemáticos para determinar su correcto funcionamiento y dimensionamiento. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Identificar características principales de una micro-red y sus diferencias respecto de los sistemas de distribución tradicionales, examinando sus aspectos relevantes de operación, para comprender el funcionamiento de estos sistemas. • Modelar convertidores de potencia para simulaciones de dinámica lenta en micro-redes, identificando características de operación y modelos equivalentes para estudiar y validar métodos de control y el funcionamiento de las micro-redes. • Resolver problemáticas de operación de una micro-red con un enfoque centralizado y descentralizado para identificar ventajas y desventajas de este esquema de control. • Aplicar conceptos relacionados con control distribuido multiagente en micro-redes mediante la identificación de características de control distribuido colaborativo y no-colaborativo, para identificar ventajas y desventajas de este esquema de control. • Analizar las condiciones de operación de las micro-redes y la gestión de la energía en sistemas basados en energías renovables, identificando condiciones que producen inestabilidad en su operación, para determinar la correcta operación del sistema.
Bibliografía	Básica: • Nikos Hatziargyriou, Microgrids: Architectures and Control, Wiley-IEEE Press (2014). • Webster, J.G., Dragičević, T., Meng, L., Blaabjerg, F. and Li, Y. Control of Power Converters in ac and dc Microgrids. In Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, J.G. Webster (2019). • Microgrid Architectures, Control and Protection Methods, N. M. Tabatabaei, Springer Nature Switzerland AG (2020). • Dragicevic, Tomislav; Wheeler, Pat; Blaabjerg, Frede (ed.): 'DC Distribution Systems and Microgrids' (Energy Engineering, 2018) • Sanjeevikumar Padmanaban, K. Nithiyananthan, S. Prabhakar Karthikeyan, Jens Bo Holm-Nielsen, Microgrids, CRC Press (2020). Recomendada: • Ali Bidram, Vahidreza Nasirian, Ali Davoudi, Frank L. Lewis, "Cooperative Synchronization in Distributed Microgrid Control".