



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	SISTEMAS INTELIGENTES EN INGENIERIA DE PROCESOS
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 11330, 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 conocimientos avanzados en sistemas inteligentes aplicados a la ingeniería de procesos, integrando técnicas de Inteligencia Artificial (IA), aprendizaje automático, redes neuronales, lógica difusa, sistemas expertos y control inteligente para la optimización, supervisión y automatización de procesos industriales complejos, con enfoque en aplicaciones de Industria 4.0 y 5.0.
Objetivos	Objetivo General: Desarrollar competencias avanzadas en el diseño, implementación y evaluación de sistemas inteligentes para la optimización, control y supervisión de procesos industriales, aplicando metodologías de inteligencia artificial, aprendizaje automático y control inteligente para resolver problemas complejos en ingeniería de procesos con enfoque en sostenibilidad y eficiencia energética. Objetivos Específicos: • Analizar los fundamentos teóricos y aplicaciones de sistemas inteligentes en ingeniería de procesos. • Diseñar e implementar redes neuronales artificiales para modelado y predicción de procesos industriales. • Desarrollar sistemas de control inteligente basados en lógica difusa, algoritmos genéticos y control neuro-difuso. • Implementar técnicas de aprendizaje automático para optimización de procesos y mantenimiento predictivo. • Evaluar el desempeño de sistemas inteligentes mediante simulaciones computacionales y análisis de casos de estudio reales.
Contenidos	Unidad 1: Fundamentos de Sistemas Inteligentes en Ingeniería de Procesos • Introducción a la inteligencia artificial y sistemas inteligentes. • Arquitectura de sistemas inteligentes. • Sistemas expertos y bases de conocimiento. • Aplicaciones de IA en ingeniería de procesos. • Industria 4.0 y 5.0: integración de IA en procesos industriales. Unidad 2: Redes Neuronales Artificiales y Aprendizaje Profundo • Fundamentos de redes neuronales artificiales. • Perceptrón multicapa y algoritmo de retropropagación. • Redes neuronales recurrentes (RNN, LSTM, GRU). • Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para visión artificial. • Aplicaciones en modelado y predicción de procesos. • Implementación práctica con <i>TensorFlow/Keras</i>.



	Unidad 3: Lógica Difusa y Sistemas Neuro-Difusos • Teoría de conjuntos difusos y lógica difusa. • Sistemas de inferencia difusa (Mamdani, Sugeno). • Controladores difusos para procesos industriales. • Sistemas ANFIS (<i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems</i>). • Aplicaciones en control de procesos no lineales. Unidad 4: Aprendizaje Automático y Optimización Inteligente • Fundamentos de aprendizaje automático (supervisado, no supervisado, por refuerzo). • Algoritmos de clasificación y regresión. • Algoritmos genéticos y evolución diferencial. • Optimización por enjambre de Partículas (PSO). • Optimización de procesos industriales. • Mantenimiento predictivo mediante ML. Unidad 5: Control Inteligente y Aplicaciones Industriales • Control adaptativo basado en redes neuronales. • Control Predictivo basado en Modelos Inteligentes (NN-MPC). • Supervisión inteligente de procesos. • Detección y diagnóstico de fallas basado en IA. • Gemelos digitales y simulación inteligente. • Casos de estudio en procesos químicos, biológicos y energéticos.
Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas: • Clases expositivas: Presentación de fundamentos teóricos mediante exposiciones magistrales interactivas. • Sesiones prácticas: Implementación de algoritmos de IA utilizando Python, MATLAB, TensorFlow/Keras. • Aprendizaje basado en proyectos: Diseño e implementación de sistemas inteligentes para aplicaciones industriales. • Estudio de casos: Análisis crítico de aplicaciones reales de IA en industria. • Revisión de literatura: Análisis de artículos científicos recientes en IA y control inteligente. • Trabajo autónomo: Estudio independiente, resolución de problemas y desarrollo de proyectos. Evaluación: • Tareas y trabajos prácticos: Implementación de redes neuronales, controladores difusos, algoritmos de optimización. Evalúa correctitud técnica, eficiencia computacional y documentación. • Proyecto integral: Diseño, implementación y validación de un sistema inteligente para optimización o control de procesos industriales. Evalúa innovación, metodología aplicada, implementación práctica, análisis de resultados y documentación técnica. • Presentación oral y defensa: Exposición del proyecto integral, demostrando dominio conceptual, capacidad de análisis crítico y comunicación técnica.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Al finalizar el curso, el(la) estudiante será capaz de diseñar, implementar y evaluar sistemas inteligentes completos para la optimización, control y supervisión de procesos industriales, integrando conocimientos de inteligencia artificial, aprendizaje automático, redes neuronales y control inteligente, demostrando competencia en el análisis teórico y la implementación práctica



	mediante herramientas computacionales para la solución de problemas reales en ingeniería de procesos. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Aplicar arquitecturas de sistemas inteligentes y técnicas de inteligencia artificial para resolver problemas complejos en ingeniería de procesos, considerando los paradigmas de Industria 4.0 y 5.0. • Diseñar e implementar redes neuronales artificiales (perceptrón multicapa, RNN, LSTM, CNN) para modelado, predicción y clasificación en procesos industriales utilizando frameworks modernos (TensorFlow/Keras). • Desarrollar controladores inteligentes basados en lógica difusa y sistemas neuro-difusos (ANFIS) para control robusto de procesos no lineales con incertidumbre. • Implementar algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de optimización metaheurística (algoritmos genéticos, PSO) para optimización de procesos industriales y mantenimiento predictivo. • Evaluar el desempeño de sistemas de control inteligente y supervisión mediante simulaciones computacionales avanzadas, analizando métricas de eficiencia, robustez, sostenibilidad energética y aplicabilidad industrial.
Bibliografía	Básica: • S. Haykin, <i>Neural Networks and Learning Machines</i>, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2009. • I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, <i>Deep Learning</i>. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016. • S. Russell and P. Norvig, <i>Artificial Intelligence: A Modern Approach</i>, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2021. • Artículos científicos relacionados con el tema de tesis del(de la) estudiante. Recomendada: • C. M. Bishop, <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i>. New York, NY, USA: Springer, 2006. • M. Nicoletti and L. C. Jain, <i>Computational Intelligence Techniques for Bioprocess Modelling, Supervision and Control</i>. Berlin, Germany: Springer, 2009. • S. N. Sivanandam and S. N. Deepa, <i>Introduction to Genetic Algorithms</i>. Berlin, Germany: Springer, 2008. • A. Géron, <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow</i>, 2nd ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2019.