

 Universidad de Nariño	FORMACIÓN ACADÉMICA FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA - MaIE PROGRAMACIÓN TEMÁTICA ASIGNATURA	Código: FOA-FR-07
		Página: 1 de 4
		Versión: 4
		Vigente a partir de: 2011-01-18

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA				
NOMBRE DEL DOCENTE:		Julián Barreiro-Gomez Germán Darío Obando Bravo		
IDENTIFICACIÓN:		C.C. N.º C.C. N.º 87069670		
CORREO ELECTRÓNICO:		julian.barreirogomez@ku.ac.ae gdoando@udenar.edu.co		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA O CURSO:		Control Óptimo y Aprendizaje Automático		
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA:		MaIE		
SEMESTRE(S) A LOS CUALES SE OFRECE:		3		
INTENSIDAD HORARIA SEMANAL:		HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS	HORAS ADICIONALES
		3	0	9
NÚMERO DE CRÉDITOS:		4		
FECHA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:	08-07-2026	REVISADA POR:		Wilson Achicanoy

2. JUSTIFICACIÓN
Tomar decisiones óptimas a lo largo del tiempo es un desafío crítico en casi todos los sistemas modernos, ya sea para decidir cómo asignar un presupuesto o una inversión durante un horizonte determinado, gestionar de forma eficiente el flujo de energía en una microrred, o planificar la trayectoria de un vehículo autónomo, el objetivo central es el mismo: maximizar el desempeño mientras se cumple con restricciones físicas, económicas y la incertidumbre del entorno. El Control Óptimo proporciona la base matemática rigurosa para plantear y resolver estos problemas (a través de herramientas como la programación dinámica y el principio del máximo). Sin embargo, cuando nos enfrentamos a sistemas reales que son no lineales, estocásticos o que manejan muchas variables, los métodos clásicos se vuelven computacionalmente inviables. Para superar esta limitación computacional, el Aprendizaje Automático ofrece una alternativa práctica. Esta asignatura integra ambas áreas. Exploraremos, desde una perspectiva aplicada, cómo el <i>machine learning</i> permite aproximar políticas de control y funciones de valor en escenarios donde el cálculo tradicional se hace costoso, sin dejar a un lado la validación de la robustez y el error en estas soluciones.

 Universidad de Nariño	FORMACIÓN ACADÉMICA FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA - MaIE PROGRAMACIÓN TEMÁTICA ASIGNATURA	Código: FOA-FR-07
		Página: 2 de 4
		Versión: 4
		Vigente a partir de: 2011-01-18

Los estudiantes formularán problemas, implementarán métodos clásicos y modelos de aprendizaje automático en MATLAB, y compararán sus resultados en sistemas dinámicos. Al finalizar, podrán identificar cuándo conviene utilizar una solución clásica, una aproximación aprendida o una combinación de ambas.

3. OBJETIVOS
GENERAL: Formular, analizar e implementar soluciones para problemas de control óptimo determinista y estocástico, integrando métodos clásicos de optimización dinámica con técnicas de aprendizaje automático para aproximar políticas de control, funciones de valor y soluciones de ecuaciones diferenciales asociadas.
ESPECÍFICOS: 1. Formular problemas de control óptimo mediante modelos dinámicos, funciones objetivo y restricciones de estado y control. 2. Derivar y aplicar condiciones de optimalidad mediante cálculo de variaciones, el principio del máximo de Pontryagin y programación dinámica. 3. Diseñar e implementar controladores LQR, LQG y MPC para sistemas continuos y discretos. 4. Resolver problemas de control óptimo mediante métodos directos y comparar sus resultados con soluciones obtenidas por otros enfoques. 5. Implementar modelos de regresión y redes neuronales como base para la aproximación de relaciones dinámicas, políticas de control y funciones de valor. 6. Evaluar aproximaciones basadas en aprendizaje automático mediante métricas de desempeño y costo computacional.

4. METODOLOGÍA
La asignatura combinará clases teóricas, resolución guiada de problemas, demostraciones computacionales y actividades de implementación en MATLAB. Los estudiantes construirán soluciones y compararán enfoques clásicos con aproximaciones basadas en <i>machine learning</i> . Las estrategias pedagógicas del curso son: • Clases magistrales para la formulación de los métodos. • Talleres computacionales. • Proyecto integrador en grupos de trabajo.

5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN
• Talleres prácticos: 45 % de la nota final. • Evaluaciones parciales: 20 % de la nota final. • Proyecto final: 25 % de la nota final. • Sustentación del proyecto: 10 % de la nota final.

 Universidad de Nariño	FORMACIÓN ACADÉMICA FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA - MaIE PROGRAMACIÓN TEMÁTICA ASIGNATURA	Código: FOA-FR-07
		Página: 3 de 4
		Versión: 4
		Vigente a partir de:2011-01-18

6. CONTENIDO		
Horas	TEMA O CAPÍTULO	FORMA DE EVALUACIÓN
4	1. Introducción y formulación de problemas de control óptimo Introducción a la teoría de control; modelado de sistemas dinámicos; variables de estado y control; funcionales de costo; restricciones; horizontes finito e infinito; formulación general del problema.	Ejercicio de formulación
6	2. Cálculo de variaciones y principio del máximo Variación de funcionales; ecuación de Euler; principio del máximo de Pontryagin.	Taller 1
6	3. Programación dinámica Principio de optimalidad; ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman en tiempo continuo; problemas de control óptimo en tiempo discreto; ecuación de Bellman.	Evaluación parcial
8	4. Métodos computacionales, LQR y MPC Método directo; discretización de estados y controles; transformación a problemas de optimización; regulador lineal cuadrático; horizonte infinito; control predictivo basado en modelo; restricciones y horizonte móvil.	Taller 2
8	5. Control óptimo estocástico Modelos dinámicos con ruido; controlador lineal-cuadrático-gaussiano; ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman estocástica; fórmula de Itô; formulación y solución mediante métodos directos.	Taller 3
6	6. Fundamentos de aprendizaje automático Regresión lineal; regresión logística; funciones de pérdida; particiones de entrenamiento, validación y prueba; redes neuronales y métricas de desempeño.	Taller 4
4	7. Robustez y ecuaciones diferenciales con redes neuronales Ataques y perturbaciones adversariales; aproximación de ecuaciones diferenciales parciales.	Taller 5
6	8. Aprendizaje automático aplicado al control óptimo Redes neuronales para resolver problemas de control óptimo; aproximación de entradas de control y funciones de valor; evaluación del error y costo computacional.	Proyecto final y sustentación
48	TOTAL PRESENCIAL: 48 HORAS Duración: 16 semanas.	—

 Universidad de Nariño	FORMACIÓN ACADÉMICA FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA - MaIE PROGRAMACIÓN TEMÁTICA ASIGNATURA	Código: FOA-FR-07
		Página: 4 de 4
		Versión: 4
		Vigente a partir de:2011-01-18

7. APOORTE A LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE				
No.	Descripción del resultado de aprendizaje: El Magíster en Ingeniería Electrónica de la Universidad de Nariño ...	Aporte		
		Bajo	Medio	Alto
1	RA2: aplica nuevos métodos y herramientas avanzadas, propias de la Ingeniería Electrónica y otras disciplinas, para la comprensión y solución de problemas de ingeniería.			X

8. BIBLIOGRAFÍA
1. Kirk, D. E. (2004). <i>Optimal Control Theory: An Introduction</i>. Dover Publications. 2. Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control. Vol. I, 4.^a ed. Athena Scientific, 2017. 3. Rawlings, J. B., Mayne, D. Q. y Diehl, M. M. Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design. 2.^a ed. Nob Hill Publishing, 2017. 4. Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016.

FIRMA DOCENTE
Julián Barreiro-Gomez Khalifa University Germán Darío Obando Bravo Universidad de Nariño