

**CURSO** : **Estimación y Control Óptimo en Robótica**  
**SIGLA** : **IEE3935**  
**PROFESOR** : **Miguel Torres**  
**CARGA HORARIA** : **10 UAC**

## 1. OBJETIVOS

Capacitar al alumno en el diseño e implementación de filtros, estimadores, predictores y controladores óptimos de tiempo real para sistemas dinámicos en la presencia de incertidumbre.

## 2. CONTENIDO

- Introducción: Formulación de los problemas de estimación, predicción y control óptimo, nociones matemáticas preliminares, modelamiento de sistemas dinámicos (dominio del tiempo o frecuencia, de tiempo continuo o discreto, invariantes o variantes en el tiempo), métodos numéricos de integración de sistemas lineales y no-lineales, propiedades de los sistemas dinámicos (alcanzabilidad, controlabilidad, estabilizabilidad, constructibilidad, observabilidad, detectabilidad), discretización y efectos del muestreo.
- Trayectorias y control óptimo: Funciones de costos, el Controlador Cuadrático Lineal (LQR), condiciones de optimalidad (condiciones necesarias, suficientes, el Principio del Mínimo, la ecuación de Riccati, la ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman), restricciones.
- Estimación óptima del estado: Estimación de máxima verosimilitud, mínimos cuadrados (ponderada y recursiva), filtros de Wiener, filtros de Kalman-Bucy Extendidos, métodos de Monte Carlo (MC), Filtros de Partículas (MC secuencial), filtros basados modelos de Markov escondidas (HMM).
- Control óptimo estocástico y programación dinámica: ecuaciones de Kolmogorov.
- Optimización numérica: método de la función de penalización, programación dinámica, métodos de gradiente.
- Diseño de filtros y controladores en el dominio de la frecuencia.
- Técnicas avanzadas de filtraje y fusión de datos: asociación de datos en base a la probabilidad conjunta (JPDA), seguimiento de múltiples hipótesis (MHT), modelos múltiples interactuantes (IMM).
- Implementación Práctica: Nociones básicas de un sistema de tiempo real, circuitos analógicos, digitales, algoritmos y métodos computacionales.
- Aplicaciones en robótica: navegación, control, reconocimiento de patrones, seguimiento. Otras aplicaciones, finanzas, bioquímica.

## 3. METODOLOGÍA

Clases expositivas con tiza y pizarrón (o plumón y pizarrón blanco). Uso regular de proyector data show. Tareas de análisis, modelación y simulación en PC. Un proyecto sobre investigación e implementación de las técnicas estudiadas en el curso.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

Básica:

Jason Lee Speyer, Stochastic Processes, Estimation and Control, (Advances in Design and Control), SIAM, 2008.

B. D. O. [Anderson](#), J. B. [Moore](#). Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Dover Publications, Feb. 2007.

M. Athans, P. Falb. Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications. Dover Publications, Dec. 2006.

B. D. O. [Anderson](#), J. B. [Moore](#). Optimal Filtering. Dover Publications, Enero 2005.

B. Ristic, S. Arulampalam, N. Gordon. Beyond the Kalman Filter – Particle Filters for Tracking Applications. Artech House Publishers, Febrero, 2004.

R. F. Stengel. Stochastic Optimal Control – Theory and Application. Dover Publications (originalmente Wiley Interscience); Septiembre, 1994.

Complementaria:

D. S. Naidu. Optimal Control Systems. CRC Press, Agosto, 2002.

D. P. Bertsekas. [Dynamic Programming and Optimal Control](#), Athena Scientific, 2nd ed., 2000.

S. Blackman, R. Popoli. [Design and Analysis of Modern Tracking Systems](#), ArTechHouse, Boston, 1999.

A. [Doucet](#), N. [de Freitas](#), N. Gordon, eds. Sequential Monte Carlo Methods in Practice, Springer; Junio 2001.

R. J. Elliott; L. Aggoun, J. B. Moore. Hidden Markov Models: Estimation and Control (Applications of Mathematics), Springer, 1995.