

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

Curso: **Teoría de Control**

Profesor: **Dr. Ricardo Tomás Ferreyra, (FCEfyN-UNC)**

Objetivo General

Presentar fundamentos matemáticos de ecuaciones de la Dinámica del Control. Plantear, resolver y analizar el control de sistemas continuos y discretos. Aplicar e interpretar conceptos de la Teoría de Control en Sistemas Aeroespaciales. Abordar tópicos de control avanzado.

Programa

**Unidad 1: Sistemas de Control**

- 1-1 Sistemas de control: Componentes, lazos, invariantes,
- 1-2 Conceptos de sensibilidad, especificidad, tendencia, oscilaciones y ruido.
- 1-3 Funciones de Transferencia y Espacio de Estados
- 1-4 Sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales.
- 1-5 Sistemas de orden superior.
- 1-6 Sistemas con segundo miembro periódico, aperiódico y aleatorio.
- 1-7 Aplicaciones y programas.

**Unidad 2: Ecuaciones y Transformadas**

- 2-1 Series de Fourier y Transformada de Fourier. Relaciones entre series y transformadas.
- 2-2 Transformada de Laplace y Transformada Zeta.
- 2-3 Ecuaciones diferenciales y en diferencias.
- 2-4 Resolución de ecuaciones diferenciales y en diferencias por transformadas.
- 2-5 Sistemas continuos y discretos.
- 2-6 Soluciones en régimen estacionario y en régimen permanente
- 2-7 Aplicaciones a sistemas no lineales

**Unidad 3: Funciones de Transferencia y Ecuaciones en el Espacio de Estados**

- 3-1 Función de Transferencia de sistemas físicos no lineales: de lo no lineal a lo lineal.
- 3-2 Variables, ecuaciones, diagramas y transiciones de Estado. Formas matriciales.
- 3-3 Relaciones de Ecuaciones de Estado con Funciones de Transferencia.
- 3-4 Transformaciones de Similitud: Propiedades Invariantes, Formas Canónicas.
- 3-5 Análisis y diseño en tiempo y en frecuencia.

## **Unidad 4: Métodos de Perturbación en Aplicaciones Aeroespaciales**

- 4-1 Equilibrio perturbado: Estabilidad, Eigen-análisis y Control
- 4-2 Vuelo perturbado: cantidad de movimiento y momento cinético
- 4-3 Fuerzas y momentos aerodinámicos.
- 4-4 Vuelo estacionario.
- 4-5 Vuelo no estacionario

## **Unidad 5: Tópicos Avanzados**

**(Un tópico a elegir como aplicación final pero no limitado a los temas de esta unidad)**

- 5-1 Sistemas no lineales.
- 5-2 Estabilidad de sistemas no lineales
- 5-3 Técnicas de perturbaciones.
- 5-4 Control no lineal
- 5-5 Controladores avanzados
- 5-6 Filtrado de Kalman
- 5-7 Aspectos de control robusto.

## **Bibliografía de referencia**

Ogata, Katsuhiko, “Ingeniería de Control Moderna”, Quinta Edición, Pearson Educación, Prentice Hall, Hispanoamérica, (2010).

Ogata, Katsuhiko, “Sistemas de Control en Tiempo Discreto”, Prentice Hall (1996).

Kuo, Benjamin, “Sistemas de Control Automático”, séptima edición, Prentice Hall, Hispanoamérica, (1996).

Kuo, Benjamin, “Sistemas de Control Digital”, séptima edición, Compañía Editorial Continental, S. A. (1997).

Fuchs, Armin, “Nonlinear Dynamics in Complex Systems” Theory and Applications for the Life, Neuro and Natural Sciences, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (2013).

MITx, Introduction to Control System Design-Computational State Space Approaches, Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2016

MITx, Transfer Functions and the Laplace Transform, Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2021

Zipfel, Peter, “Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. (2007).

R. T. Ferreyra, M. A. Ferreyra, Dynamical Laws for Statistical Distributions: Application to Complex Systems Analysis, Journal of Mechanical Engineering and Automation, 3(2), 46-53, 2013.

## **Duración del curso**

Se dictará un total de 15 clases de 4 horas. Dos clases están destinadas a charlas y debates con especialistas invitados con experiencia en vehículos aéreos o espaciales controlados. Otras dos clases están destinadas a la exposición por parte de los cursantes del estado de avance de sus trabajos prácticos dirigidos. El resto de las once clases se dedican al desarrollo teórico-práctico del curso totalizando 60 horas reloj. Finalmente, para el momento del cierre del cursado los alumnos

coordinan con el profesor la forma y momento de entrega de un breve problema a resolver mediante la aplicación de un tópico avanzado de control. Este tópico puede ser uno de los expuestos en este programa pudiendo ser cualquier otro tópico de control existente en publicaciones especializadas o la aplicación un tema específico de interés que se analizó durante el cursado..

### Aprobación del curso

El curso se aprobará con

- 1) la asistencia a las charlas con especialistas invitados durante el dictado del curso,
- 2) la realización de los trabajos prácticos durante las clases,
- 3) la exposición y aprobación de 2 trabajos dirigidos completados como tarea y,
- 4) la resolución de un problema breve aplicando un tópico de control avanzado en algún escenario aeroespacial. Este ejercicio tendrá el volumen de un trabajo de tarea y será desarrollado desde las herramientas adquiridas durante el cursado.