



**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE POSGRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA**

COMPONENTE: ELECTIVOS PROFUNDIZACIÓN / DINÁMICA, SISTEMAS Y CONTROL

ASIGNATURA: TEORÍA DE CONTROL I

CÓDIGO: 780046

CRÉDITOS: 4

HORAS DE TRABAJO: PRESENCIAL:3 - INDIVIDUAL: 9

OBJETIVO GENERAL

Capacitar al estudiante para el análisis, diseño y simulación de sistemas de control lineal análogo y discreto con aplicación a los sistemas aeroespaciales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Emplear la terminología utilizada en los sistemas aeroespaciales de control análogo, digital y moderno.
2. Entender e interpretar el significado de las representaciones en función de transferencia y espacio de estado de los sistemas dinámicos, análogos y discretos.
3. Representar y simplificar los sistemas de control por medio de un diagrama de bloques, diagrama de flujo de señal y diagrama de estado.
4. Hallar el modelo matemático de los componentes de sistemas de control análogos y digitales de aplicación al campo aeroespacial.
5. Analizar el efecto de la realimentación en el funcionamiento de un sistema análogo y digital con aplicación al campo aeroespacial. Determinar la estabilidad de los sistemas automáticos de control estudiados.
6. Diseñar sistemas de control automático para control de actitud y órbita (AD&CS): continuos, discretos y en espacio de estado.

CONTENIDOS

1. **Introducción a los Sistemas de Control:** Transformada de Laplace, Sistemas en lazo abierto y lazo cerrado, Terminología, Bucla Típica de Control Realimentado, Simulaciones. (3H).
2. **Modelo Matemático. Sistemas de Tiempo Continuo:** El Plano S. Función de Transferencia Continua. Diagramas de Bloques. Álgebra de Diagramas en bloques. Gráficas Flujo de Señal. Fórmulas de Mason. Representación de Sistemas Físicos: Eléctricos, Mecánicos, Hidráulicos, Térmicos. (3H).



**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE POSGRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA**

3. **Características de Sistemas Realimentados:** Análisis de error, sensibilidad, estabilidad, efecto de la realimentación en las perturbaciones externas o ruido, Simulaciones. (3H)
4. **Análisis en el Dominio Temporal Continuo:** Estabilidad. Respuesta Transitoria y Permanente. Simulaciones. (3H)
5. **Análisis en el Dominio Frecuencial:** Trazo Polar. Diagrama de Nyquist. Diagrama de Bode. Carta de Nicholls. Margen de Ganancia. Margen de fase. Estabilidad absoluta y relativa. Otros Factores de Mérito en Lazo Cerrado: ancho de banda, frecuencia de resonancia, pico resonante, razón de corte. Correlación con el dominio temporal. (3H)
6. **Análisis en el Dominio Temporal Discreto y de Espacio de Estado.**
7. **Sistemas de Tiempo Discreto:** Muestreo y Retención. Discretización. El Plano Z. Ecuación en Diferencias. Función de Transferencia Discreta. Función de Transferencia de Pulso. Transformaciones. (3H)
8. **Sistemas Continuos y Discretos en el Espacio de Estado:** Estabilidad. Controlabilidad, Observabilidad, Estabilizabilidad, Detectabilidad: (3H), Respuesta Transitoria y Permanente de Sistemas Discretos vía Transformadas, Respuesta Transitoria y Permanente de Sistemas Continuos y Discretos en Representación de Espacio de Estado, Simulaciones. (6H)
9. **Introducción a los Sistemas Multivariantes Aeroespaciales:** Cuaterniones, Control de Misiles. Control de Vuelo. Control de Armas. Desacople UAV's, UGV's, (6H).
10. **Representación de Sistemas Aeroespaciales. Aplicaciones:** Modelo Matemático de Aeronaves: Helicóptero, Aeroplano. Segmento Terreno: Modelo Matemático de la Antena Parabólica. Segmento Espacial: Modelo Matemático de Satélites, CUBESAT, Modelo de Orbitas, CUBESAT. Simulaciones. (6H).
11. **Diseño de Sistemas de Control Aeroespacial:** Continuo, Discreto y en Espacio de Estado. Para el Segmento Terreno: control de la antena parabólica, azimuth y elevación. Control de la actitud de aeronaves: Pitch, Roll y Yaw. Para el Segmento Espacial: Determinación y Control de la actitud de satélites (AC&DS), magnetometers, magnetotorsors, etc. Control de Órbita (6H).
12. **Introducción a los Sistemas No Lineales:** Servomecanismos. La Función Descriptiva. Sistemas de Ecuaciones No lineales. Controladores No Lineales: Control Robusto, Linealización de la Entrada, Linealización Entrada – Salida, Realimentación del estado. Modos deslizantes. Backstepping. (3H).



**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE POSGRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA**

METODOLOGÍA

La asignatura se cursará tomando como base las clases magistrales en las que el profesor guiará al estudiante en el aprendizaje de los temas contenidos en este programa; para el logro de los objetivos propuestos es indispensable el estudio a cabalidad de la teoría, con apoyo en las referencias bibliográficas, asistencia y participación activa en las prácticas de laboratorio y la entrega oportuna de los informes, talleres y/o tareas y que se deben presentar para evaluar el progreso del aprendizaje, y aplicar los correctivos que fuesen necesarios.

EVALUACIÓN

1. Presentaciones Parciales 60 %
2. Trabajos 10 %
3. Proyecto Final y Sustentación 30 %

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Ogata Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderno. P.H.H. 3ª edición 1998.
- 2 Ogata Katsuhiko. Sistemas de Control en Tiempo Discreto. P.H.H. Mex. 1996
- 3 Kuo Benjamín. Sistemas de Control Automático. P.H.H. 1997.
- 4 Dorf Richard, Sistemas Modernos de Control. Addison-Wesley Iberoamericana, 2ª edición en español, 1989.
- 5 Gene F. Franklin, Powell J. David, Workman Michael L. Control de Sistemas Dinámicos con Realimentación. Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
- 6 Leonhard Werner. Introduction to Control Engineering, Springer Verlag, Berlin, 1978.
- 7 Martínez D. Rodrigo. Sistemas Automáticos de Control I. Notas de Clase. Universidad del Valle, 2000.
- 8 Martínez D. Rodrigo. Sistemas Avanzados de Control Para Estudiantes de Ingeniería. Universidad del Valle, 2001.
- 9 Rodríguez A. Jesús E. Introducción a la Ingeniería de Control Automático, McGraw-Hill, Mex. 1998.
- 10 Lewis Paul H., Yang Chan. Sistemas de Control en Ingeniería, Prentice Hall, 1999.
- 11 Stevens Bryan L., Lewis Frank L. Aircraft Control and Simulation. John Wiley and Sons, Inc, New York, 1992.
- 12 Lin Ching Fang. Advanced Control Systems Design. Prentice Hall. Englewoods Cliffs, New Jersey 07632, 1994.
- 13 Hales Jan, Pedersen Martin, Krogsaard Klaus. Satellite Construction, Attitude Control and Determination System for DTU-sat - a CubeSat contribution. Department of Automation, _rsted_DTU, Technical University of Denmark, 2002.



Universidad del Valle

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE POSGRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA**

- 14 Gießelmann Jens. Development of an Active Magnetic Attitude, Determination and Control System for Picosatellites on highly inclined circular Low Earth Orbits. School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering Science, Engineering and Technology Portfolio, RMIT University, June 2006.
- 15 Khalil K. Hassan. Non-Linear Systems. Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- 16 Slotine Jean-Jacques, Li Weiping. Applied Non-Linear Control. Prentice Hall, New Jersey, 1991.
- 17 Skogestad Sigurd, Postletwaite Ian. Multivariable Feedback Control Analysis and Design. Jhon Wiley and Sons, England 1996.