

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y RESILIENCIA URBANA**

<b>DATOS GENERALES</b>
<b>Nombre del Curso</b>
<b>CONTROL LINEAL</b>

<b>PRESENTACIÓN GENERAL</b>
<b>Justificación</b>
Actualmente las tecnologías de información, comunicaciones y particularmente la ingeniería en control automático constituyen las bases del conocimiento para la instrumentación y desarrollo de edificaciones sustentables. Por lo tanto, la demanda de servicios en telecomunicaciones especializadas, procesos de control e instrumentación con énfasis en la electrónica analógica, el manejo de dispositivos programables y el uso de sistemas embebidos han sido objeto de interés cuyo crecimiento ha sido exponencial con el advenimiento y desarrollo de nuevas tecnologías. En este sentido, cada vez es mayor la demanda de recursos humanos capaces de analizar y comprender el funcionamiento de los mismos, así como programar, diseñar y proporcionar mantenimiento a estos dispositivos. Dentro de este contexto multidisciplinario, el programa de maestría en ingeniería y resiliencia urbana pretende satisfacer la necesidad de formar recursos humanos con conocimientos de vanguardia en el área de comunicaciones, control e instrumentación y programación, con actitud innovadora y emprendedora para contribuir con liderazgo y compromiso al bienestar social.

<b>OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO</b>
Formar recursos humanos con capacidad de aplicar conocimiento científico y tecnológico en áreas específicas de los sistemas de control automático capaces de incidir en el desarrollo de los sectores de la sociedad involucrados en la industria y el desarrollo e instrumentación electrónica de edificaciones inteligentes.

<b>UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS</b>
<b>UNIDAD 1</b>
Introducción a los sistemas de control
<b>Objetivos particulares</b>

Definir y brindar al estudiante el marco conceptual sobre el cual se desarrollará la experiencia educativa, lo cual, a manera de introducción, permitirá una mejor asimilación de los desarrollos tecnológicos e implementaciones de los sistemas de control automático que se realizarán.

#### **Temas**

- 1.1. Ejemplos ilustrativos de sistemas de control.
- 1.2. Concepto de control automático realimentado contra el control automático en lazo abierto.
- 1.3. Esquemas, componentes generales y clasificación.

### **UNIDAD 2**

Modelado matemático de sistemas dinámicos

#### **Objetivos particulares**

Proporcionar al estudiante los conocimientos generales para realizar análisis y modelado de sistemas dinámicos en el dominio del tiempo continuo, apoyado con el uso de programas de simulación y adquisición de datos para la solución de problemáticas relacionadas con los sistemas determinísticos.

#### **Temas**

- 2.1. Bases matemáticas para el estudio de sistemas.
- 2.2. Ecuaciones diferenciales lineales no homogéneas.
- 2.3. Transformada de Laplace.
- 2.4. Linealización.
- 2.5. Función de transferencia de sistemas.
- 2.6. Polos y ceros.
- 2.7. Diagrama de bloques y álgebra de bloques.
- 2.8. Acciones básicas de control.
- 2.9. Ejemplos eléctricos, mecánicos, térmicos, hidráulicos o de fluidos.
- 2.10. Ejemplos con el manejo de programas de simulación en computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

### **UNIDAD 3**

Análisis de la respuesta de sistemas dinámicos

#### **Objetivos particulares**

Presentar una visión panorámica de las respuestas de los sistemas dinámicos bajo diferentes señales de excitación. El estudiante deberá aprender con claridad los conceptos fundamentales de señales típicas de excitación, respuesta transitoria, especificaciones típicas de diseño, respuesta en estado estacionario y análisis de error. Además, adquirirá y desarrollará habilidades que le permitan profundizar por cuenta propia en temas relacionados.

#### **Temas**

- 3.1. Señales típicas de excitación.
- 3.2. Sistemas de primer, segundo orden y superior.
- 3.3. Respuesta transitoria.
- 3.4. Especificaciones típicas de diseño (sobretiro, tiempo asentamiento, tiempo pico, etc.).
- 3.5. Respuesta en estado estacionario.
- 3.6. Análisis de error.
- 3.7. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

#### **UNIDAD 4**

Conceptos básicos de estabilidad

##### **Objetivos particulares**

Que el estudiante aprenda a analizar la estabilidad de los sistemas dinámicos y de sistemas de control realimentados de tiempo continuo de acuerdo con diversos criterios lo cuales tienen un contexto matemático.

##### **Temas**

- 4.1. Estabilidad absoluta.
- 4.2. Polos de lazo cerrado.
- 4.3. Método de Routh-Hurwitz.
- 4.4. Error en estado estable.
- 4.5. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).
- 4.6. Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico de las raíces.
- 4.7. Gráficas de las raíces por variación de la ganancia.
- 4.8. Método para graficar el lugar de las raíces.
- 4.9. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).
- 4.10. Controladores PID típicos y reglas para su sintonización.
- 4.11. Control proporcional (P).
- 4.12. Control derivativo (D).
- 4.13. Control integral (I).
- 4.14. Reglas de Ziegler-Nichols.
- 4.15. Sintonización de controladores PID.
- 4.16. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

#### **UNIDAD 5**

Análisis y diseño de sistemas de control por el método de respuesta en frecuencia

##### **Objetivos particulares**

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas para analizar y diseñar sistemas de control de lazo cerrado basado en un análisis realizado en el dominio de la frecuencia y el estudio de algunos criterios de estabilidad.

#### Temas

- 5.1. Diagramas polares.
- 5.2. Diagramas de Bode (magnitud y fase).
- 5.3. Criterio de estabilidad de Nyquist.
- 5.4. Márgenes de fase y ganancia.
- 5.5. Compensadores.
- 5.6. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

#### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Lectura e interpretación de textos científicos.  
Discusión de problemáticas.  
Simulación de procesos físicos empleando recursos computacionales.  
Estudio de casos prácticos.

#### EQUIPO NECESARIO

Aula académica con pizarrón blanco, sistema de ventilación, proyector y pantalla para proyección y análisis de diapositivas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna*. Pearson – Prentice Hall. 5ª edición. ISBN 978-84-8322-660-5.
- Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de control automático*. Pearson Educación.
- Bolton, W., & Ramírez, F. J. R. (2001). *Ingeniería de control*. Editorial Alfaomega, 2ª edición, ISBN 9789701506363.
- Franklin, G. F., Powell, J. D., Emami-Naeini, A., & Powell, J. D. (2009). *Feedback control of dynamic systems*. Editorial Prentice hall, 6a edición. ISBN 9780136019695.
- Ogata, K. (2008). *Matlab for control engineers*. Editorial Pearson education.
- Nise, N. S. (2020). *Control systems engineering*. John Wiley & Sons.
- Nise, N. S., & Romo, J. H. (2004). *Sistemas de control para ingeniería*. Cecsca 3ª edición. ISBN 9702402549.
- Dorsey, J. (2005). *Sistemas de control continuos y discretos*. Editorial Mc. Graw Hill, 1ª edición. ISBN 9701046749.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (04 de noviembre de 2022)

- Berciu, A. G., Dulf, E. H. y Micu, D. D. (2022). Improving the Efficiency of Electricity Consumption by Applying Real-Time Fuzzy and Fractional Control. *Mathematics*, 10(20), 3807. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/20/3807>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Wang, H., Yu, R., Pan, R., Pei, P., Han, Z., Zhang, N. y Yang, J. (2022). An Adaptive Control Algorithm Based on Q-Learning for UHF Passive RFID Robots in Dynamic Scenarios. *Mathematics*, 10(19), 3574. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/19/3574>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Lv, X., Zhang, G., Wang, G., Zhu, M., Shi, Z., Bai, Z. y Alexandrov, I. V. (2022). Numerical Analyses and a Nonlinear Composite Controller for a Real-Time Ground Aerodynamic Heating Simulation of a Hypersonic Flying Object. *Mathematics*, 10(16), 3022. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/16/3022>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Ahmed, E. M., Rathinam, R., Dayalan, S., Fernandez, G. S., Ali, Z. M., Abdel Aleem, S. H. E. y Omar, A. I. (2021). A Comprehensive Analysis of Demand Response Pricing Strategies in a Smart Grid Environment Using Particle Swarm Optimization and the Strawberry Optimization Algorithm. *Mathematics*, 9(18), 2338. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/9/18/2338>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Castillo, P., García, P., Lozano, R. y Albertos, P. (2007). Modelado y estabilización de un helicóptero con cuatro rotores. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 4(1), 41-57. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791207701917>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Delgado-Reyes, G., Valdez-Martínez, J. S., Hernández-Pérez, M. Á., Pérez-Daniel, K. R. y García-Ramírez, P. J. (2022). Quadrotor Real-Time Simulation: A Temporary Computational Complexity-Based Approach. *Mathematics*, 10(12), 2032. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/12/2032>. Fecha: 08 de marzo de 2023.

## Otros Materiales de Consulta

- Oppenheim, A. V., Willsky, A. S. y Nawab, S. H. (1998). *Señales y sistemas segunda edición*. Prentice-Hall.
- Granville, W. A., Smith, P. F., Longley, W. R. y Byington, S. T. (1980). *Cálculo diferencial e integral* (No. 515.307 G735.). ED. F DF: Limusa.
- Diprima, B. (1974). *Ecuaciones Diferenciales*. Edit. Limusa, México.
- Apostol, T. M. (1991). *Calculus, volume 1 y 2*. John Wiley & Sons.
- Salazar, S., Romero, H., Lozano, R. y Castillo, P. (2008). *Unmanned Aircraft Systems*. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
-

- Carrillo, L.R.G., López, A.E.D., Lozano, R. y Pégard, C. (2012). *Quad Rotorcraft Control: Vision-Based Hovering and Navigation*. Springer Science and Business Media: Heidelberg, Germany, London, UK.

<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>SUMATIVA</b>			
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Forma de evaluación</b>	<b>Evidencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Participación en clase	Escrita	Reportes	10
Tareas	Escrita	Trabajos escritos	20
Habilidad para la solución de ejercicios	Escrita	Exámenes parciales, evaluando los contenidos por unidad	70
Total			100