

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y RESILIENCIA URBANA

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
CONTROL DIGITAL

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
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 aplicación específica, 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.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
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.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Sistemas lineales de tiempo discreto
Objetivos particulares

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. Sistemas de control de datos discretos.
- 1.2. Sistemas lineales y respuesta al impulso.
- 1.3. Convolución discreta.
- 1.4. Respuesta de un sistema discreto ante una secuencia de entrada.
- 1.5. Introducción a la estabilidad de sistemas discretos.

UNIDAD 2

Uso, deducción y aplicación de la transformada z para el modelado de sistemas dinámicos

Objetivos particulares

Proporcionar al estudiante los conocimientos generales para realizar análisis y modelado de sistemas dinámicos mediante la transformada z, apoyado con el uso de programas de simulación y adquisición de datos para la solución de problemáticas relacionadas con los sistemas digitales determinísticos.

Temas

- 2.1. Transformada z.
- 2.2. Transformada z inversa de una secuencia.
- 2.3. Ecuaciones en diferencias.
- 2.4. Funciones de transferencia.
- 2.5. Diagramas de bloques.
- 2.6. Ejercicios empleando Matlab.
- 2.7. Ejemplos con el manejo de programas de simulación en computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

UNIDAD 3

Muestreo y reconstrucción de señales

Objetivos particulares

Presentar una visión panorámica de la acción de muestreo y sus implicaciones para la reconstrucción de señales. El estudiante deberá aprender con claridad los conceptos fundamentales de diversas configuraciones de sistemas, diferencia entre sistema continuo y sistema muestreado, teorema de muestreo, retenedor de orden cero y la función de transferencia de un sistema muestreado con realimentación. Además, adquirirá y desarrollará habilidades que le permitan profundizar por cuenta propia en temas relacionados.

Temas

- 3.1. Diversas configuraciones de sistemas.
- 3.2. Sistema continuo y sistema muestreado.
- 3.3. Teorema del muestreo.
- 3.4. Retenedor de orden cero.
- 3.5. Existencia de la función de transferencia.
- 3.6. Función de transferencia de un sistema muestreado con retroalimentación.
- 3.7. Función de transferencia z modificada.
- 3.8. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

UNIDAD 4

Estabilidad de sistemas discretos

Objetivos particulares

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

Temas

- 4.1. Criterio de Jury.
- 4.2. Estabilidad en los sistemas muestreados.
- 4.3. Estabilidad en función del tiempo de cálculo.
- 4.4. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).
- 4.5. Mapeo del plano complejo "s" al plano complejo "z".
- 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 digitales PID típicos y reglas para su sintonización.
- 4.11. Control proporcional (P).
- 4.12. Control derivativo (D).
- 4.13. Control integral (I).
- 4.14. Sintonización de controladores digitales PID.
- 4.15. Ejemplos con el manejo de programas para computadora personal (SciLab, Matlab, LabView, etc.).

UNIDAD 5

Respuesta transitoria de sistemas discretos

Objetivos particulares

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas para analizar y diseñar sistemas de control digital de lazo cerrado basado en un análisis enfocado en su respuesta transitoria y el estudio de algunos criterios de estabilidad.

Temas

- 5.1. Errores en el estado estacionario.
- 5.2. Sistemas con dinámica en la realimentación.
- 5.3. Errores y sistemas equivalentes de orden reducido.
- 5.4. Raíces dominantes.
- 5.5. Estabilidad y error en régimen permanente.
- 5.6. Comportamiento estático en sistemas con retroalimentación constante.
- 5.7. 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. (1996). *Sistemas de control en tiempo discreto*. Pearson educación.
- Kuo, B. C. (1997). *Sistemas de control digital*. Compañía Editorial Continental.
- Dorsey, J. (2005). *Sistemas de control continuos y discretos*. Editorial Mc. Graw Hill, 1ª edición.
- Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de control automático*. Pearson Educación.
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna*. Pearson – Prentice Hall. 5ª edición.
- Bolton, W. y Ramírez, F. J. R. (2001). *Ingeniería de control*. Editorial Alfaomega, 2ª edición.
- Franklin, G. F., Powell, J. D. y Emami-Naeini, A. (2009). *Feedback control of dynamic systems*. Editorial Prentice Hall, 6a edición.
- Ogata, K. (2008). *Matlab for control engineers*. Editorial Pearson education.
- Nise, N. S. (2020). *Control systems engineering*. John Wiley & Sons.
- Nise, N. S., y Romo, J. H. (2004). *Sistemas de control para ingeniería*. Cecsca 3ª edición.

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.
- Avanzini, G., Thomson, D. y Torasso, A. (2013). Model predictive control architecture for rotorcraft inverse simulation. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 36(1), 207-217. Recuperado de: <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/1.56563>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Delgado-Reyes, G., Guevara-Lopez, P., Loboda, I., Hernandez-Gonzalez, L., Ramirez-Hernandez, J., Valdez-Martinez, J.-S. y Lopez-Chau, A. (2020). State Vector Identification of Hybrid Model of a Gas Turbine by Real-Time Kalman Filter. *Mathematics*, 8(5), 659. MDPI AG. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2227-7390/8/5/659>. Fecha: 08 de marzo de 2023.
- Kuznir, T. y Smoczek, J. (2020). Sliding mode-based control of a UAV quadrotor for suppressing the cable-suspended payload vibration. *Journal of Control Science and Engineering*, 2020. Recuperado de: <https://www.hindawi.com/journals/jcse/2020/5058039/>. 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.

EVALUACIÓN

SUMATIVA

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