

Programa del curso

Nombre del curso:	Control y Automatización Industrial
Sigla:	EI-0015
Grupo:	01
Créditos:	3
Requisitos:	EI-0012
Correquisitos:	N/A
Clasificación:	Propia
Ciclo:	I-Ciclo 2024
Modalidad:	Bimodal
Horas:	4
Horario Teoría (Consulta):	L:13:00-16:50 (M: 10:00 – 11:50)
Docente:	Dra. Carmen Chan Zheng
Contacto:	carmen.chan@ucr.ac.cr
Mediación virtual:	https://mv1.mediacionvirtual.ucr.ac.cr/course/view.php?id=34769
Microsoft Teams:	https://t.ly/q2Gmi

1 Descripción del curso

La importancia del control y la automatización en los procesos electromecánicos radica en su capacidad para mejorar la eficiencia, precisión y seguridad en la integración de componentes eléctricos y mecánicos. En estos procesos, el control preciso de sistemas como motores, actuadores y sensores es esencial para optimizar el rendimiento y garantizar un funcionamiento sin problemas. La automatización permite la ejecución de tareas repetitivas de manera consistente y confiable, reduciendo los errores humanos y aumentando la productividad. Además, en entornos industriales, el control y la automatización pueden monitorear constantemente las condiciones operativas, identificar problemas potenciales y tomar medidas correctivas rápidas para prevenir fallos costosos.

Durante este curso, se explorarán varias técnicas de regulación y compensación, tanto en tiempo continuo como discreto, fundamentadas en principios matemáticos, con el fin de abordar diversos problemas físicos comúnmente encontrados en la industria. Además, se utilizarán herramientas de simulación como Matlab y Simulink para mejorar la comprensión del funcionamiento de los diseños propuestos. Durante estas actividades, los estudiantes tendrán la oportunidad de analizar y discutir propuestas de mejora para optimizar el rendimiento del sistema.

Al finalizar el curso, los estudiantes habrán desarrollado competencias en la comprensión y diseño de sistemas de control automático mediante el uso de herramientas matemáticas básicas. Estas habilidades, junto con su conocimiento previo sobre los equipos físicos involucrados, como sensores y actuadores, les permitirán desarrollar proyectos de automatización y realizar su mantenimiento de manera efectiva.

2 Objetivo General

Analizar y diseñar sistemas de control realimentado con controladores tipo PID u otras aproximaciones, utilizando técnicas en el dominio del tiempo, a partir de modelos matemáticos, con el apoyo de

herramientas de software, así como conocer algunos dispositivos de medición, válvulas de control y controladores usados comúnmente en la industria.

3 Objetivos específicos

Al final de este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Explicar los conceptos y técnicas para el diseño de reguladores usando: realimentación de estado y observadores; el método del lugar de las raíces; métodos directos (respuesta de primer orden, Predictor de Smith y respuesta dead-beat) y gráficas de respuesta de frecuencia.
2. Analizar y determinar el desempeño y la estabilidad absoluta y relativa (robustez) de los lazos de control.
3. Diseñar compensadores y reguladores utilizando los diferentes métodos estudiados.
4. Implementar reguladores y compensadores usando electrónica digital (computadores y micro-controladores).
5. Ajustar controladores con algoritmos de control PID, utilizando métodos analíticos y reglas de ajuste.
6. Analizar sistemas en tiempo discreto para el diseño de reguladores y compensadores..
7. Usar herramientas computacionales para la simulación y el diseño de compensadores y reguladores.
8. Describir las características básicas de los instrumentos de medición, actuación, empleados en el control de los procesos industriales.
9. Interpretar y diseñar secuencias de control basados en programación tipo Ladder.
10. Reconocer las diferencias entre las secuencias de control normadas por IEC61131-3.
11. Describir las diferencias entre HMI y SCADA y sus usos en la industria.
12. Reconocer los protocolos de comunicación más usados en la industria.
13. Instrumentación y automatización industrial.

4 Metodología

El curso se desarrollará empleando una combinación de clases presenciales y virtuales, que incluirán presentaciones teóricas, ejercicios, repases para exámenes y actividades adicionales para realizar en casa, como la visualización de videos externos y la lectura de material proporcionado por los fabricantes.

Los estudiantes serán evaluados a través de tres exámenes cuyas fechas se especificarán en el cronograma del curso. Además, se les asignarán tareas en las que utilizarán herramientas de simulación para su realización. También se llevará a cabo un proyecto final que consistirá en una investigación sobre el estado actual de la instrumentación y automatización en la industria, cuyos resultados se presentarán durante la última semana de clases.

Todo el contenido teórico del curso y las evaluaciones estarán disponibles en el sitio de Mediación Virtual. La comunicación entre el profesor y los estudiantes se realizará mediante la plataforma de **Microsoft Teams**, donde también se publicarán anuncios generales. Además, para programar consultas con la profesora, los estudiantes deberán solicitar una cita previa a través del chat de Microsoft Teams. Las sesiones de consulta se llevarán a cabo ya sea de manera virtual o presencial, según lo acordado con la profesora, dentro del horario establecido para la atención a los estudiantes.

5 Contenidos

Los temas que abarcan este curso son:

1. Introducción (2 semanas)
 - 1.1. Sistemas de control, control realimentado.
 - 1.2. Repaso: modelado matemático de sistemas dinámicos
2. Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia. (3 semanas)
 - 2.1. Diagramas de Bode, polares.
 - 2.2. Análisis de estabilidad (Nyquist) y respuesta en frecuencia en lazo cerrado.
 - 2.3. Diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia: Compensadores de adelanto, retardo, retardo-adelanto.
3. Análisis y diseño de sistemas de control en el espacio de estados. (3 semanas)
 - 3.1. Controlabilidad, observabilidad,
 - 3.2. Diseño observador, control integral.
4. Diseño de sistemas de control por el método del lugar de las raíces. (1 semana)
 - 4.1. Introducción de gráfica del lugar de las raíces
 - 4.2. Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces: Compensadores de adelanto, retardo, retardo-adelanto.
5. Sistemas de control digital. (2 semanas)
6. Controladores PID. (2 semanas)
 - 6.1. Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID.
 - 6.2. Diseño de controladores PID y modificaciones.
 - 6.3. Control con dos grados de libertad.
7. Instrumentación y automatización industrial (Proyecto)
 - 7.1. Controladores industriales, interfaces de control, protocolos de comunicación.

6 Evaluación

Cada uno de los objetivos planteados para el curso se evaluarán mediante las siguientes actividades:

	Cantidad	Total(%)
Examen	3	60
Tareas	A convenir de la profesora	30
Proyecto final	1	10

7 Cronograma

El cronograma propuesto es el siguiente:

Semana	Fecha	Tema	Capítulo libro	Modalidad
1	11 Mar-16 Mar	Introducción	Nise Cap. 1	Presencial
2	18 Mar-23 Mar	Tema 1	Nise Cap. 2,3,4,6,7	Virtual
Semana Santa	25 Mar-30 Mar	Libre (Feriado)		
3	1 Abr-6 Abr	Tema 2:Parte I	Nise Cap. 10,11	Presencial
4	8 Abr-13 Abr	Tema 2:Parte II	Nise Cap. 10,11	Presencial
5	15 Abr-20 Abr	Libre (Feriado)		
6	22 Abr-27 Abr	Tema 2:Parte III	Nise Cap. 10,11	Virtual
7	29 Abr-4 May	Examen Parcial I	Tema 2	Presencial
8	6 May-11 May	Tema 3:Parte I	Nise Cap. 12	Presencial
9	13 May-18 May	Tema 3:Parte II	Nise Cap. 12	Presencial
10	20 May-25 May	Tema 3:Parte III	Nise Cap. 12	Virtual
11	27 May-1 Jun	Examen Parcial II	Tema 3	Presencial
12	3 Jun-8 Jun	Tema 4	Nise Cap. 7,8	Virtual
13	10 Jun-15 Jun	Tema 5 :Parte I	Nise Cap. 13	Presencial
14	17 Jun-22 Jun	Tema 5:Parte II	Nise Cap. 13	Virtual
15	24 Jun-29 Jun	Tema 6:Parte I	Ogata Cap. 8	Presencial
16	1 Jul-6 Jul	Tema 6:Parte II	Ogata Cap. 8	Virtual
17	8 Jul-13 Jul	Examen Parcial III	Tema 5,6	Presencial

En caso de algún imprevisto, la modalidad del día se cambiará con previo aviso de la profesora.

8 Referencias

- [1] W.S. Levine. *The Control Handbook: Control System Applications, Second Edition*. Electrical Engineering Handbook. CRC Press, 2018.
- [2] N.S. Nise. *Control Systems Engineering, Sixth*. John Wiley & Sons, Incorporated, 2011.
- [3] K. Ogata. *Ingeniería de control moderna*. Pearson Educación, 2003.

9 Información relevante

- El curso se rige por el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil de la Universidad de Costa Rica, disponible en http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/regimen_academico_estudiantil.pdf.
- Se desea que el curso sea un espacio libre de cualquier tipo de discriminación y acoso. El reglamento contra el hostigamiento sexual puede encontrarse en https://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/hostigamiento_sexual.pdf.
- Guía rápida de *¿cómo actuar ante un evento con atacante activo?*: <https://vra.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2024/03/Guia-Atacante-Activo-4.pdf>