

Programa del curso EE-0805

Laboratorio de control

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica (tronco común)

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

Nombre del curso:	Laboratorio de control
Código:	EE-0805
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	1
Nº horas de clase por semana:	2
Nº horas extraclase por semana:	1
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 8 ^{vo} semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
Requisitos:	Ninguno
Correquisitos:	EE-0804 Control por eventos discretos
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Instalaciones Electromecánicas:</i> EE-5203 Edificios inteligentes <i>Énfasis en Sistemas Ciberfísicos:</i> EE-0902 Aplicaciones de circuitos integrados
Asistencia:	Libre
Suficiencia:	Sí
Posibilidad de reconocimiento:	Sí
Aprobación y actualización del programa:	01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026

2. Descripción general

El curso de *Laboratorio de control* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: diseñar e implementar sistemas de control y automatización en sistemas electromecánicos integrando modelado y simulación.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: modelar sistemas controlados por eventos discretos usando redes de Petri, haciendo énfasis en redes de colas y máquinas de estado.; diseñar sistemas controlados por eventos discretos con base en máquinas de estado, Sequential Function Chart (SFC), Stateflow, redes de Petri; e implementar GRAFCET/SFC para la automatización de sistemas controlados por eventos discretos.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Microcontroladores, Control automático, y Sistemas digitales.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Edificios inteligentes, y Aplicaciones de circuitos integrados.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Desarrollar sistemas de control por eventos discretos utilizando microcontroladores y controladores lógicos programables (PLC).

Objetivos específicos

- Modelar sistemas controlados por eventos discretos usando redes de Petri, haciendo énfasis en redes de colas y máquinas de estado..
- Diseñar sistemas controlados por eventos discretos con base en máquinas de estado, Sequential Function Chart (SFC), Stateflow, redes de Petri.
- Implementar GRAFCET/SFC para la automatización de sistemas controlados por eventos discretos.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a los sistemas de eventos discretos
 - 1.1. Conceptos básicos de sistemas de eventos discretos
 - 1.2. Comparación con sistemas continuos
 - 1.3. Aplicaciones y ejemplos prácticos
2. Modelado con máquinas de estados
3. Definición y tipos de máquinas de estados
4. Diagramas de estados y transiciones
5. Redes de colas
 - 5.1. Introducción a las redes de colas

- 5.2. Modelado y análisis de sistemas de colas
- 5.3. Aplicaciones en sistemas de control y automatización
- 6. Máquinas de estado
 - 6.1. Introducción a máquinas de estado
 - 6.2. Integración de máquinas de estado utilizando Stateflow de Simulink
 - 6.3. Generación de código
- 7. Redes de Petri
 - 7.1. Introducción a las redes de Petri
 - 7.2. Propiedades dinámicas y estáticas de las redes de Petri
 - 7.3. Ecuación característica y matriz de transición
 - 7.4. Modelado y análisis de sistemas con redes de Petri
- 8. Especificación de controladores según norma IEC 60848
 - 8.1. Levantamiento de requerimientos
 - 8.2. Estructuras de control
 - 8.3. Especificación de entradas y salidas
 - 8.4. Jerarquías
- 9. Lenguajes estandarizados de programación según IEC 61131-3
 - 9.1. Texto estructurado
 - 9.2. Nemotécnico
 - 9.3. Diagramas de escalera
 - 9.4. Bloque de funciones
 - 9.5. Sequential function chart (GRAFCET)
 - 9.6. Implementación de los lenguajes en PLCs
- 10. Implementación de lenguajes de programación
 - 10.1. Implementación de controladores en PLCs
 - 10.2. Implementación de controladores en microcontroladores

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las asignaciones extraclase. Esta última se implementará mediante técnicas como el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, el modelado y la simulación.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Recibirán clases magistrales con material audiovisual y discusión en grupo sobre conceptos de control por eventos discretos.
- Analizarán y definirán los requisitos requerimientos del sistema.
- Diseñarán distintas propuestas de diseño de sistemas de control y, a través de una evaluación, seleccionarán la mejor.
- Demostrarán el funcionamiento de su sistema de control.
- Asumirán roles dentro del proyecto con el fin de emular el trabajo en equipo en entornos reales.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante desarrollar sistemas de control por eventos discretos utilizando microcontroladores y controladores lógicos programables (PLC)

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

6. Evaluación La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Pruebas cortas: evaluaciones breves y frecuentes que sirven para comprobar el dominio de temas específicos. Suelen ser de menor peso en la calificación final y permiten reforzar el aprendizaje continuo.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

Pruebas parciales (2)	60 %
Pruebas cortas (5)	25 %
Act. aprendizaje activo (4)	15 %
Total	100 %

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante tiene derecho a presentar un examen de reposición si su nota luego de redondeo es 60 o 65.

7. Bibliografía

- [1] C. G. Cassandras y S. Lafortune, *Introduction to Discrete Event Systems*, 3rd. Springer International Publishing, 2021, ISBN: 978-3-030-72272-2. DOI: 10.1007/978-3-030-72274-6.
- [2] S. Y. Nof, ed., *Springer Handbook of Automation*, 2nd. Springer International Publishing, 2023, ISBN: 978-3-030-96729-1. DOI: 10.1007/978-3-030-96729-1. dirección: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-96729-1>.
- [3] K.-H. John y M. Tiegkamp, *IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems: Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision-Making Aids*, 2nd. Springer, 2010, ISBN: 978-3-642-12015-2. DOI: 10.1007/978-3-642-12015-2. dirección: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-12015-2>.
- [4] International Electrotechnical Commission, «IEC 61131-3: Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages,» International Electrotechnical Commission, inf. téc. IEC 61131-3:2013, 2013. dirección: <https://webstore.iec.ch/publication/4552>.
- [5] International Electrotechnical Commission, «IEC 60848: GRAFCET specification language for sequential function charts,» International Electrotechnical Commission, inf. téc. IEC 60848:2013, 2013. dirección: <https://webstore.iec.ch/publication/3684>.
- [6] J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson y D. M. Nicol, *Discrete-Event System Simulation*, 5th. Prentice-Hall, Inc, 2010.
- [7] M. Pidd, *Computer Simulation in Management Science*, 5th. John Wiley & Sons, Inc, 2004.
- [8] A. M. Law y W. D. Kelton, *Simulation Modelling and Analysis*, 5th. McGraw-Hill, 2014.
- [9] V. Kulkarni, *Modeling and Analysis of Stochastic Systems*, 2nd. Springer, 2010.
- [10] R. David y H. Alla, *Petri Nets and Grafcet: Tools for Modelling Discrete Event Systems*. Prentice Hall, 1992.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Ing. Luis Chevez Gomez

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Correo: lcchevez@itcr.ac.cr Teléfono: 0

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago