

Programa del curso EE-0804

Control por eventos discretos

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

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

| | |
|---|--|
| Nombre del curso: | Control por eventos discretos |
| Código: | EE-0804 |
| Tipo de curso: | Teórico |
| Obligatorio o electivo: | Obligatorio |
| Nº de créditos: | 3 |
| Nº horas de clase por semana: | 4 |
| Nº horas extraclase por semana: | 5 |
| Ubicación en el plan de estudios: | Curso de 8 ^{vo} semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común) |
| Requisitos: | EE-0704 Control automático; EE-0705 Microcontroladores |
| Correquisitos: | Ninguno |
| El curso es requisito de: | EE-0805 Laboratorio de control |
| 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 *Control por eventos discretos* 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
 - 2.1. Definición y tipos de máquinas de estados
 - 2.2. Diagramas de estados y transiciones
3. Redes de colas
 - 3.1. Introducción a las redes de colas

- 3.2. Modelado y análisis de sistemas de colas
 - 3.3. Aplicaciones en sistemas de control y automatización
- 4. Máquinas de estado
 - 4.1. Introducción a máquinas de estado
 - 4.2. Integración de máquinas de estado utilizando Stateflow de Simulink
 - 4.3. Generación de código
- 5. Redes de Petri
 - 5.1. Introducción a las redes de Petri
 - 5.2. Propiedades dinámicas y estáticas de las redes de Petri
 - 5.3. Ecuación característica y matriz de transición
 - 5.4. Modelado y análisis de sistemas con redes de Petri
- 6. Especificación de controladores según norma IEC 60848
 - 6.1. Levantamiento de requerimientos
 - 6.2. Estructuras de control
 - 6.3. Especificación de entradas y salidas
 - 6.4. Jerarquías
- 7. Lenguajes estandarizados de programación según IEC 61131-3
 - 7.1. Texto estructurado
 - 7.2. Nemotécnico
 - 7.3. Diagramas de escalera
 - 7.4. Bloque de funciones
 - 7.5. Sequential function chart (GRAFCET)
 - 7.6. Implementación de los lenguajes en PLCs
- 8. Implementación de lenguajes de programación
 - 8.1. Implementación de controladores en PLCs
 - 8.2. 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.
- [3] K.-H. John y M. Tiegelkamp, *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.
- [4] International Electrotechnical Commission, «IEC 61131-3: Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages,» International Electrotechnical Commission, inf. téc. IEC 61131-3:2013, 2013.
- [5] International Electrotechnical Commission, «IEC 60848: GRAFCET specification language for sequential function charts,» International Electrotechnical Commission, inf. téc. IEC 60848:2013, 2013.
- [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:

M.Sc. Luis Gómez Gutierrez

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

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

Maestría en Gestión de Activos, PMM Business School, España

Correo: lugomez@itcr.ac.cr Teléfono: 25509340

Oficina: 24 Escuela: nan Sede: Cartago

M.Sc. Luis Diego Murillo Soto

Técnico en Electrónica, COVAO, Costa Rica

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería en Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Especialización en Robótica Industrial, CNAD, México

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Doctorado en Sistemas Fotovoltaicos, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Correo: lmurillo@itcr.ac.cr Teléfono: 25509347

Oficina: 7 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago