

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

<b>Nombre del curso:</b>	Control por eventos discretos
<b>Código:</b>	EE-0804
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	3
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	4
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	5
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso de 8 <sup>vo</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
<b>Requisitos:</b>	EE-0704 Control automático; EE-0705 Microcontroladores
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	EE-0805 Laboratorio de control
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	Sí
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Sí
<b>Aprobación y actualización del programa:</b>	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:

**Mag. Luis Gómez Gutierrez**

Maestría en Gestión de Activos Físicos.

Ingeniero en Mantenimiento industrial.

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

Oficina: 24 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

**Dr.-Ing. Luis Diego Murillo Soto**

Máster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica

Máster en computación. Ingeniero en Mantenimiento Industrial. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Técnico en Electrónica. COVAO

*Correo:* [lmurillo@itcr.ac.cr](mailto:lmurillo@itcr.ac.cr) *Teléfono:* 25509347

*Oficina:* 7 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago