

Programa del curso EE-0504

## **Modelado y simulación de sistemas**

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>	Modelado y simulación de sistemas
<b>Código:</b>	EE-0504
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico - Práctico
<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 5 <sup>to</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
<b>Requisitos:</b>	EE-0307 Dinámica; EE-0405 Instrumentación
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	EE-0607 Mecánica de fluidos; EE-0704 Control automático
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	No
<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 *Modelado y simulación de sistemas* 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: aplicar herramientas matemáticas de transformación entre el dominio del tiempo y frecuencia; aplicar herramientas de modelado matemático para representar sistemas electromecánicos, integrando conceptos físicos de sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y térmicos; implementar simulaciones computacionales que permitan analizar el comportamiento de los sistemas electromecánicos bajo distintas condiciones de operación; y evaluar el resultado de las simulaciones para garantizar su validez.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Ecuaciones diferenciales, Métodos numéricos para ingeniería, y Dinámica.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Control automático, Sistemas térmicos, y Mecánica de fluidos.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Modelar sistemas electromecánicos, utilizando herramientas matemáticas y computacionales que permitan analizar su comportamiento en diferentes escenarios operativos.

### Objetivos específicos

- Aplicar herramientas matemáticas de transformación entre el dominio del tiempo y frecuencia.
- Aplicar herramientas de modelado matemático para representar sistemas electromecánicos, integrando conceptos físicos de sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y térmicos.
- Implementar simulaciones computacionales que permitan analizar el comportamiento de los sistemas electromecánicos bajo distintas condiciones de operación.
- Evaluar el resultado de las simulaciones para garantizar su validez.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción y modelado de sistemas
  - 1.1. Definición de modelo y sistema
  - 1.2. Respuesta de modelos lineales
2. Transformada de Laplace
  - 2.1. Teoremas de la transformada de Laplace

- 2.2. Transformada inversa
- 2.3. Solución de ecuaciones lineales invariantes en el tiempo
- 3. Modelos por espacio de estado
  - 3.1. Estado
  - 3.2. Transformación entre espacio de estados y otras representaciones
  - 3.3. Observabilidad
  - 3.4. Controlabilidad
- 4. Modelado matemático
  - 4.1. Sistemas mecánicos
  - 4.2. Sistemas eléctricos
  - 4.3. Sistemas térmicos
  - 4.4. Sistemas hidráulicos
  - 4.5. Diagramas de bloques
  - 4.6. Diagramas de flujo
  - 4.7. Linealización de modelos no lineales
- 5. Análisis de la respuesta de los modelos
  - 5.1. Respuesta transitoria y estacionaria en dominio del tiempo y frecuencia
  - 5.2. Evaluación de modelos
- 6. Métodos numéricos para la simulación de sistemas
  - 6.1. Errores asociados a la simulación
- 7. Identificación de sistemas en el dominio del tiempo
  - 7.1. Definiciones: curvas de reacción, sistemas autorregulados y no autorregulados
  - 7.2. Modelos utilizados en la identificación: modelos integradores, modelos de primer orden más tiempo muerto, modelos de segundo orden más tiempo muerto sobreamortiguados, modelos de segundo orden más tiempo muerto subamortiguados
  - 7.3. Métodos de identificación experimental: métodos de recta tangente, métodos de dos puntos, métodos de tres puntos, métodos por minimización de una función de error de predicción
  - 7.4. Obtención de la curva de reacción de un sistema: consideraciones prácticas, caso particular, sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas
- 8. Introducción a las redes neuronales para el modelado de sistemas
- 9. Introducción a la lógica difusa para el modelado de sistemas

## 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 sesiones prácticas. Esta última se implementará mediante técnicas como el modelado, simulación, prototipado y la experimentación controlada.

**Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:**

- Analizarán y definirán los requisitos del sistema, estableciendo el mejor modelo que lo representa e identificando las herramientas de simulación.
- Evaluarán distintos modelos y los compararán con el fin de determinar cuál es la mejor alternativa que negocie entre complejidad y error deseado.
- Aplicarán herramientas computacionales para la solución del modelo.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante modelar sistemas electromecánicos, utilizando herramientas matemáticas y computacionales que permitan analizar su comportamiento en diferentes escenarios operativos

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.
- Tareas: evaluaciones que tienen el propósito de reforzar, aplicar o evaluar el aprendizaje de un tema específico. Pueden requerir investigación, resolución de problemas, desarrollo de habilidades prácticas o aplicación de conocimientos teóricos.
- 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 %
Tareas (6)	15 %
Act. aprendizaje activo (1)	25 %
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 **no** tiene derecho a presentar un examen de reposición.

## 7. Bibliografía

- [1] D. K. Chaturvedi, *Modeling and Simulation of Systems Using MATLAB and Simulink*. CRC Press, 2017.
- [2] K. Ogata, *Modern Control Engineering*. Prentice Hall, 2010.
- [3] K. J. Åström y R. M. Murray, *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2010.
- [4] K. Ogata, *System Dynamics*. Prentice Hall, 2001.
- [5] S. C. Chapra, *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. McGraw-Hill, 2011.

## **8. Persona docente**

El curso será impartido por:

**Juan Luis Guerrero Fernández, Ph.D.**

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

**Maestría en Ingeniería en Ciencias en Mecatrónica, University of Applied Sciences, Alemania**

**Doctorado en Sistemas de control, Universidad de Sherffield, Inglaterra**

*Correo:* jguerrero@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509354

*Oficina:* 10 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *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