

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.**

Doctor en filosofía en ciencias. Universidad de Sheffield. Inglaterra.

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

Máster en Ciencias en Mecatrónica. FH Aachen University of Applied Sciences. Alemania.

Correo: [jguerrero@itcr.ac.cr](mailto:jguerrero@itcr.ac.cr) Teléfono: 25509354

Oficina: 10 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