

Programa del curso EE-9201

## **Sistemas autónomos y multiagente**

Escuela de Ingeniería Electromecánica  
Carrera de Ingeniería Electromecánica con énfasis en Sistemas Ciberfísicos

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1. Datos generales

<b>Nombre del curso:</b>	Sistemas autónomos y multiagente
<b>Código:</b>	EE-9201
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico - Práctico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Electivo
<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 electivo en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Sistemas Ciberfísicos
<b>Requisitos:</b>	EE-8903 Aplicaciones de Inteligencia Artificial; EE-8906 Robótica
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	Ninguno
<b>Asistencia:</b>	Obligatoria
<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 *Sistemas autónomos y multiagente* es del tipo electivo y por esta razón no se incluye en los rasgos del plan de estudios.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender los principios fundamentales de los sistemas inteligentes y su integración en arquitecturas ciberfísicas; diseñar agentes inteligentes individuales y multiagente con capacidades de razonamiento y cooperación; implementar modelos simbólicos, de planificación y aprendizaje en prototipos funcionales; y evaluar el desempeño de sistemas inteligentes en escenarios distribuidos con restricciones dinámicas.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Aplicaciones de Inteligencia Artificial, y Robótica.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Diseñar sistemas ciberfísicos inteligentes mediante el uso de modelos de agentes autónomos, razonamiento simbólico, planificación y aprendizaje adaptativo, con el fin de desarrollar soluciones distribuidas y adaptativas en contextos reales.

### Objetivos específicos

- Comprender los principios fundamentales de los sistemas inteligentes y su integración en arquitecturas ciberfísicas.
- Diseñar agentes inteligentes individuales y multiagente con capacidades de razonamiento y cooperación.
- Implementar modelos simbólicos, de planificación y aprendizaje en prototipos funcionales.
- Evaluar el desempeño de sistemas inteligentes en escenarios distribuidos con restricciones dinámicas.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Fundamentos de sistemas inteligentes
  - 1.1. Tipos de inteligencia en sistemas embebidos
  - 1.2. Conceptos de autonomía, adaptabilidad y aprendizaje
  - 1.3. Arquitectura básica de sistemas inteligentes distribuidos
2. Modelos de Agentes Inteligentes
  - 2.1. Modelos deliberativos, reactivos y BDI
  - 2.2. Estados internos, percepciones y acciones
  - 2.3. Ciclo de razonamiento de un agente
  - 2.4. Implementación básica de un agente
3. Sistemas multiagente (MAS)

- 3.1. Coordinación y cooperación entre agentes
- 3.2. Organización jerárquica vs distribuida
- 3.3. Protocolos de comunicación (KQML, ACL)
- 3.4. Casos de estudio: robótica distribuida, simulación
- 4. Razonamiento simbólico y planificación
  - 4.1. Lógica proposicional y modal en agentes
  - 4.2. Planificación automática (STRIPS, Graphplan)
  - 4.3. Resolución de conflictos y metas múltiples
  - 4.4. Planificación multiagente
- 5. Aprendizaje Autónomo y Adaptación
  - 5.1. Introducción al aprendizaje en línea
  - 5.2. Redes neuronales recurrentes y adaptativas
  - 5.3. Control adaptativo y modelos supervisados
  - 5.4. Aplicaciones en sistemas dinámicos y robótica
- 6. Modelado Inteligente en tiempo real
  - 6.1. Modelado basado en datos
  - 6.2. Inferencia difusa y lógica difusa adaptativa
  - 6.3. Algoritmos genéticos para ajuste dinámico
  - 6.4. Casos prácticos con sistemas COTS
- 7. Integración en sistemas ciberfísicos
  - 7.1. Diseño de una red de agentes inteligentes
  - 7.2. Interoperabilidad entre sensores, actuadores y agentes
  - 7.3. Consideraciones de robustez, latencia y escalabilidad

## 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:**

- Recibirán clases magistrales con material audiovisual y discusión en grupo sobre sistemas autónomos y multiagente
- Diseñarán modelos de agentes autónomos considerando distintos enfoques arquitectónicos y niveles de autonomía.
- Implementarán sistemas multiagente en entornos de simulación o prototipos físicos, integrando sensores y actuadores.
- Aplicarán técnicas de razonamiento simbólico, planificación y aprendizaje autónomo en contextos dinámicos.
- Integrarán los componentes desarrollados en un proyecto final que combine inteligencia distribuida con control en tiempo real.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante diseñar sistemas ciberfísicos inteligentes mediante el uso de modelos de agentes autónomos, razonamiento simbólico, planificación y aprendizaje adaptativo, con el fin de desarrollar soluciones distribuidas y adaptativas en contextos reales

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] F. Fahimi, *Autonomous Robots: Modeling, Path Planning, and Control*. Springer, 2008, ISBN: 978-3540774552.
- [2] M. Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, 2nd. Wiley, 2009, ISBN: 978-0470519462.
- [3] L. E. Parker, F. Schneider y A. C. Schultz, *Multi-Robot Systems: From Swarms to Intelligent Automata, Volume III* (Proceedings in Advanced Robotics). Springer, 2005, ISBN: 978-1402032745.

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

Oficina: 10 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago