

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.**

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