

Programa del curso EE-9001

## **Taller de integración de sistemas**

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>	Taller de integración de sistemas
<b>Código:</b>	EE-9001
<b>Tipo de curso:</b>	Práctico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	2
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	4
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	2
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso de 10 <sup>mo</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Sistemas Ciberfísicos
<b>Requisitos:</b>	EE-8901 Modelado numérico y simulación computacional; EE-0902 Aplicaciones de circuitos integrados
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	<i>Énfasis en Sistemas Ciberfísicos:</i> EE-9002 Diseño de interfases humano-máquina
<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 *Taller de integración de sistemas* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: desarrollar sistemas complejos que integren componentes físicos y digitales.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: diseñar e implementar un sistema ciberfísico funcional con base en requerimientos específicos; integrar hardware y software en una arquitectura robusta utilizando prácticas de diseño modular; validar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de integración, simulaciones y mediciones en entorno controlado; documentar técnica y funcionalmente el sistema, considerando buenas prácticas de ingeniería; y desarrollar habilidades de trabajo en equipo, comunicación técnica y gestión ágil de proyectos.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Ingeniería de sistemas, y Aplicaciones de circuitos integrados.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Desarrollar un sistema ciberfísico funcional desde cero mediante la integración práctica de conocimientos en control, electrónica, programación y documentación técnica, fomentando el trabajo en equipo y la gestión ágil de proyectos.

### Objetivos específicos

- Diseñar e implementar un sistema ciberfísico funcional con base en requerimientos específicos.
- Integrar hardware y software en una arquitectura robusta utilizando prácticas de diseño modular.
- Validar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de integración, simulaciones y mediciones en entorno controlado.
- Documentar técnica y funcionalmente el sistema, considerando buenas prácticas de ingeniería.
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo, comunicación técnica y gestión ágil de proyectos.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollarán los siguientes temas:

1. Fase de planificación del proyecto
  - 1.1. Definición del problema
  - 1.2. Recolección de requerimientos
  - 1.3. Revisión de tecnologías disponibles
2. Diseño del sistema
  - 2.1. Arquitectura funcional de un sistema ciberfísico
  - 2.2. Selección de componentes (sensores, actuadores, microcontroladores, integrados)

- 2.3. Diseño de controladores (PID, lógicos, discretos)
- 2.4. Diseño de comunicación (bus, protocolos, sincronización)
- 3. Implementación
  - 3.1. Desarrollo de circuitos electrónicos y su integración
  - 3.2. Programación de sistemas embebidos
  - 3.3. Integración con sistemas de supervisión (interfaces HMI, visualización, adquisición)
- 4. Pruebas y validación
  - 4.1. Planificación de pruebas
  - 4.2. Evaluación de desempeño
  - 4.3. Ajustes y mejoras
- 5. Documentación del sistema
  - 5.1. Documento de control de interfases (ICD)
  - 5.2. Documento de ensamblaje
  - 5.3. Documento de validación
  - 5.4. Manual de usuario

## II parte: Aspectos operativos

**5. Metodología** En este curso, se utilizará la investigación práctica aplicada mediante técnicas como el modelado, simulación, prototipado, experimentación controlada e ingeniería inversa.

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

- Seleccionarán un problema de ingeniería y definirán los requerimientos técnicos del sistema ciberfísico a desarrollar.
- Diseñarán la arquitectura del sistema, integrando hardware, software y métodos de control automático.
- Implementarán módulos funcionales utilizando componentes COTS, sistemas embebidos y herramientas de automatización.
- Integrarán y validarán el sistema mediante pruebas técnicas y ajustes iterativos.
- Gestionarán el proyecto utilizando enfoques ágiles y presentarán el producto final junto con su documentación técnica.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante desarrollar un sistema ciberfísico funcional desde cero mediante la integración práctica de conocimientos en control, electrónica, programación y documentación técnica, fomentando el trabajo en equipo y la gestión ágil de proyectos

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:

- Avances: entrega parcial o final del documento del proyecto

Avances (3)	100 %
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] INCOSE, *INCOSE systems engineering handbook*. John Wiley & Sons, 2023.
- [2] S. R. Hirshorn, «Expanded guidance for NASA systems engineering. Volume 1: Systems engineering practices,» inf. téc., 2016.
- [3] A. Cohen, *Prototype to product: A practical guide for getting to market*. O Reilly Media, Inc., 2015.

**8. Persona docente** El curso será impartido por:

**Dr.-Ing. Juan José Rojas Hernández**

Doctor en ciencia aplicada a la integración de sistemas. Instituto Tecnológico de

Kyushu. Japón.

Máster en electrónica con énfasis en microsistemas. Licenciado en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

*Correo:* [juan.rojas@itcr.ac.cr](mailto:juan.rojas@itcr.ac.cr) *Teléfono:* 88581419

*Oficina:* 31 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago