

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

Nombre del curso:	Taller de integración de sistemas
Código:	EE-9001
Tipo de curso:	Práctico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	2
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	2
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 10 ^{mo} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Sistemas Ciberfísicos
Requisitos:	EE-8901 Modelado numérico y simulación computacional; EE-8902 Aplicaciones de circuitos integrados
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Sistemas Ciberfísicos:</i> EE-9002 Diseño de interfases humano-máquina
Asistencia:	Obligatoria
Suficiencia:	No
Posibilidad de reconocimiento:	Sí
Aprobación y actualización del programa:	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
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico

de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería en Electrónica con énfasis en microsistemas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Doctorado en Ciencia aplicada a la integración de sistemas, Instituto Tecnológico de Kyushu, Japón

Especialización en Ciencia de los datos, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Correo: juan.rojas@itcr.ac.cr *Teléfono:* 88581419

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