

## Sistemas Ciberfísicos

Código: 106950

Créditos ECTS: 6

**2025/2026**

Titulación	Tipo	Curso
Gestión de Ciudades Inteligentes y Sostenibles	OB	3

### Contacto

Nombre: Lluis Ribas Xirgo

Correo electrónico: lluis.ribas@uab.cat

### Equipo docente

Ismael Fabricio Chaile Alfaro

### Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

### Prerrequisitos

Para la plena comprensión de los contenidos de la asignatura conviene tener una habilidad básica en la programación y un buen conocimiento de cómo se ejecutan los programas en los computadores. Para ello, se tiene que haber cursado *Informática, Programación de aplicaciones en Internet y Digitalización y microcontroladores*.

### Objetivos y contextualización

Esta asignatura pertenece a la materia con el mismo nombre, en la que se trata a las ciudades como auténticos sistemas ciberfísicos en los que se combina el software con la ciudad. En este sentido, los datos que se capturan de los entornos urbanos se transmiten y procesan para la toma de decisiones que, finalmente, acaba en acciones de control que afectan a los mismos entornos urbanos.

En este contexto, en la asignatura de *Sistemas ciberfísicos* se trata de que el alumnado alcance los objetivos siguientes:

- Conocer cómo se cierra en lazo de control en los sistemas ciberfísicos urbanos.
- Tener nociones de los requerimientos habituales de los sistemas ciberfísicos, incluidos los de tiempo real.
- Comprender los aspectos de seguridad, fiabilidad y robustez de los sistemas.
- Conocer la metodología del desarrollo del software de los sistemas ciberfísicos.
- Entender los diversos modelos de cálculo de los sistemas.
- Tener habilidad práctica con el diseño y manipulación de los modelos de cálculo orientados a estados.
- Saber estimar costes de implementación a partir de los modelos de cálculo de los sistemas.

- Tener los rudimentos de programación para la implementación del software de control en los sistemas ciberfísicos.

## Resultados de aprendizaje

1. CM15 (Competencia) Relacionar los conocimientos y habilidades adquiridos con los aportados por otros técnicos en equipos interdisciplinarios de gestión y planificación urbanas.
2. KM22 (Conocimiento) Describir las tecnologías de captación y transmisión de datos, así como de actuadores y sistemas robóticos y la problemática asociada a su integración en el tejido urbano.
3. SM21 (Habilidad) Utilizar los sistemas de adquisición de datos (como, por ejemplo, sensores y etiquetas RFID) y su procesado como herramienta de control (de, por ejemplo, instrumentación y robots) y toma de decisiones.

## Contenido

- Introducción a los sistemas ciberfísicos
- Modelado de sistemas físicos: sistemas continuos e híbridos
- Modelado de sistemas computacionales y control
- Arquitectura de sistemas ciberfísicos
- Programación de sistemas ciberfísicos y simulación
- Sistemas multi-agente

## Actividades formativas y Metodología

Título		Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
<b>Tipo: Dirigidas</b>				
Prácticas: Desarrollo de un proyecto de asignatura		12	0,48	CM15, SM21, CM15
Problemas: Propuestas y discusiones de soluciones de problemas		12	0,48	SM21, SM21
Teoría: Asistencia y participación en clases de teoría		24	0,96	CM15, KM22, CM15
<b>Tipo: Supervisadas</b>				
Prácticas: Seguimiento del trabajo del proyecto de asignatura		6	0,24	CM15, SM21, CM15
Tutorización: Resolución de problemas adicionales		6	0,24	SM21, SM21
<b>Tipo: Autónomas</b>				
Prácticas: Desarrollo del proyecto y elaboración de informes		12	0,48	CM15, SM21, CM15
Problemas: Resolución de problemas y elaboración de informes		24	0,96	SM21, SM21
Teoría: Estudio		26	1,04	CM15, KM22, CM15

La docencia se estructura a partir de las actividades presenciales siguientes:

**Clases de teoría:** Son sesiones de exposición de contenidos, con una primera parte que se dedica a la divulgación de los conocimientos necesarios para el análisis y el diseño de los sistemas ciberfísicos y a explicar casos que sitúen en contexto el conocimiento y las habilidades que se adquieren en la asignatura. La segunda parte se dedicará a plantear los problemas que se tratarán en los seminarios correspondientes.

**Seminarios de problemas:** Discusión de pequeños casos de estudio que sirvan para consolidar los conocimientos en cuanto al análisis, el diseño y el desarrollo de sistemas ciberfísicos.

**Prácticas en laboratorio:** Sesiones de trabajo en grupo, siguiendo un guion y supervisadas por un profesor o una profesora. En cada sesión se tratará un aspecto concreto en cuanto a la implementación de los sistemas ciberfísicos.

Hay una parte muy importante de trabajo en equipo fuera del aula, tanto en cuanto a los problemas propuestos en clase como para la realización de las prácticas. En este sentido, cada miembro de cada equipo deberá asumir diferentes roles para cada trabajo que se le encargue al equipo. Esto también supone que trabajar de forma organizada y saber trabajar de forma autónoma cuando convenga.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Evaluación

### Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen de recuperación	50%	2	0,08	CM15, KM22
Examen final	25%	2	0,08	CM15, KM22
Examen parcial	25%	2	0,08	CM15, KM22
Prácticas	25%	12	0,48	SM21
Trabajos de evaluación continuada	25%	10	0,4	CM15, SM21

#### a) Proceso y actividades de evaluación programadas

La evaluación es continua con actividades específicas (exámenes y trabajos) a lo largo del curso. Estas actividades de evaluación generan una serie de notas que determinan la nota final.

El cálculo de la nota final,  $n$ , sigue la siguiente expresión:

$$n = x \cdot 50\% + p \cdot 25\% + c \cdot 25\%$$

donde  $x$  es la nota de los exámenes;  $p$ , la del proyecto de las prácticas de laboratorio, y  $c$ , la de la evaluación continua.

Si  $x < 5$  o  $p < 5$ , la nota final ( $n$ ) será, como máximo, un 4,5. En otras palabras, debe aprobarse la media de los exámenes y el proyecto por separado.

La nota de los exámenes ( $x$ ) es la nota media del examen intrasemestral y del examen final.

La nota del proyecto ( $p$ ) se obtiene de la media ponderada de las notas correspondientes a cada sesión de prácticas. Se prevén seis. En caso de no asistencia, la persona ausente tendrá un 0 como nota de la correspondiente sesión.

La nota de la evaluación continua ( $c$ ) se obtiene de una media ponderada de los trabajos de resolución de problemas que se realicen a lo largo del curso. No hay ningún mínimo y, por tanto, se puede aprobar la asignatura con  $c = 0$  siempre que  $x \cdot 50\% + p \cdot 25\% \geq 5$ .

**b) Programación de las actividades de evaluación**

Las fechas de todas las actividades presenciales, incluidas las de evaluación, y de los plazos de entrega se publicarán en el campus virtual (CV) y pueden estar sujetas a posibles cambios de programación por motivos de adaptación a posibles incidencias: siempre se informará previamente a través del CV ya que es el mecanismo habitual de intercambio de información entre profesorado y estudiantes.

**c) Proceso de recuperación**

De acuerdo con la coordinación del Grado y la dirección de la Escuela de Ingeniería las siguientes actividades no son recuperables:

- Proyecto, 25% de la calificación final
- Evaluación continua, 25% de la calificación final

La nota media de los exámenes puede recuperarse con un examen específico.

**d) Procedimiento de revisión de las calificaciones**

Las revisiones se podrán hacer en cualquier momento después de la publicación de las notas y antes del final del plazo de revisión del examen final.

Si, como resultado de una revisión, se acuerda el cambio de una nota, la nueva nota no se podrá modificar en una revisión posterior.

Una vez pasado el plazo de revisión del examen final, solo se harán revisiones del examen de recuperación.

**e) Calificaciones**

La calificación de "no evaluable" solo se otorgará a las personas que no realicen ninguna actividad evaluable. La participación en cualquier actividad evaluable implica que el resto de las actividades que no se realicen se computen como 0 en el cálculo de la nota final.

Las matrículas de honor se concederán a quienes obtengan una nota superior o igual a 9,0 en cada parte, hasta el 5% de los matriculados según orden descendente de nota final. A criterio del profesorado, también se podrán conceder en otros casos, siempre que no se exceda del 5% y la nota final sea igual o superior a 9,0.

**f) Irregularidades, copia y plagio**

Las copias se refieren a las evidencias de que el trabajo o el examen se ha hecho en parte o totalmente sin contribución intelectual del autor. En esta definición se incluyen también las tentativas probadas de copia en exámenes y entregas de trabajos y las violaciones de las normas que aseguran la autoría intelectual. Los plagios hacen referencia a los trabajos y textos de otros autores que se hacen pasar como propios. Son un delito contra la propiedad intelectual. Para evitar incurrir en plagio, hay que citar las fuentes que utiliza a la hora de escribir el informe de un trabajo.

De acuerdo con la normativa de la UAB, tanto copias como plagios o cualquier intento de alterar el resultado de la evaluación, propia o ajena -dejando copiar, por ejemplo, implican una nota final de la parte correspondiente (examen, evaluación continuada o proyecto) de 0, a efectos de calcular un valor cuantitativo de la nota, y suspender la asignatura, sin que ello limite el derecho a emprender acciones en contra de quienes hayan participado en estos actos, tanto en el ámbito académico como en el penal.

Se permite, pero no se recomienda, el uso de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) como parte integrante del desarrollo del trabajo, siempre que el resultado final refleje una contribución significativa del o de la estudiante en el análisis y la reflexión personal. El o la estudiante tendrá que identificar claramente qué partes han sido generadas con esta tecnología, especificar las herramientas que ha utilizado e incluir una reflexión crítica sobre cómo han influido en el proceso y el resultado final de la actividad. La no transparencia del uso de la IA se considera falta de honestidad académica y comporta una penalización en la nota de la actividad, o mayores sanciones en casos de gravedad.

*g) Evaluación de estudiantes que repiten*

No hay ningún tratamiento diferenciado para alumnos que repitan la asignatura, pero pueden aprovechar material propio del curso anterior siempre que lo indiquen así en los informes correspondientes.

*h) Evaluación única*

Esta asignatura no tiene evaluación única.

## Bibliografía

Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia. (2017) *Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach*, Second Edition, MIT Press.

Un curso pareció pero con mayor contenido teórico. Ver también: <https://ptolemy.berkeley.edu/>

LL. Ribas Xirgo. (2014). *How to code finite state machines (FSMs) in C. A systematic approach*. TR01.102791 Embedded Systems. Universitat Autònoma de Barcelona.

[[https://www.researchgate.net/publication/273636602\\_How\\_to\\_code\\_finite\\_state\\_machines\\_FSMs\\_in\\_C\\_A\\_syste](https://www.researchgate.net/publication/273636602_How_to_code_finite_state_machines_FSMs_in_C_A_syste)

Explica un método de programación de máquinas de estado en C que es muy similar al que se ve en la asignatura.

LL. Ribas Xirgo. (2011). "Estructura bàsica d'un computador", Capítulo 5 de Montse Peiron Guàrdia, Lluís Ribas i Xirgo, Fermín Sánchez Carracedo y A. Josep Velasco González: *Fonaments de computadors*. Material docent de la UOC. OpenCourseWare de la UOC.

[<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/12901>]

Trata del modelo de máquinas de estado, de las máquinas algorítmicas y de las arquitecturas básicas de los sistemas digitales, que coinciden con los temas correspondientes en la asignatura.

M. J. Pont. (2005). *Embedded C*. Pearson Education Ltd.: Essex, England.

Trata de cómo programar sistemas embebidos, tema que coincide con lo que se trata en la parte de problemas y prácticas de la asignatura. Por lo tanto, es un material complementario muy interesante.

Brian Bailey, Grant Martin and Andrew Piziali. (2007). *ESL Design and Verification. A Prescription for Electronic System-Level Methodology*. Elsevier.

Hace un repaso de todo el proceso de síntesis de sistemas embebidos y pone en contexto el material de la asignatura. Por lo tanto, es un buen material complementario.

Tim Wilmshurst. (2010). *Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers. Principles and Applications (Second Edition)*. Elsevier.

Información complementaria a la de la asignatura, que presenta un posible sistema embebido para el control de un robot.

## Software

CoppeliaSim, EDU Version, Coppelia Robotics [<https://www.coppeliarobotics.com/>]

ZeroBrane Studio, ZeroBrane [<https://studio.zerobrane.com/>]

Draw.io, diagrams.net [<https://app.diagrams.net/>]

## Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(PAUL) Prácticas de aula	611	Catalán/Español	segundo cuatrimestre	tarde
(PLAB) Prácticas de laboratorio	611	Catalán/Español	segundo cuatrimestre	tarde
(PLAB) Prácticas de laboratorio	612	Catalán/Español	segundo cuatrimestre	tarde
(PLAB) Prácticas de laboratorio	613	Catalán/Español	segundo cuatrimestre	tarde
(TE) Teoría	6	Catalán	segundo cuatrimestre	tarde