

| Titulació                                     | Tipus | Curs |
|-----------------------------------------------|-------|------|
| Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles | OB    | 3    |

## Professor/a de contacte

Nom: Lluís Ribas Xirgo

Correu electrònic: lluis.ribas@uab.cat

## Equip docent

Ismael Fabricio Chaile Alfaro

## Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

## Prerequisits

Per a la plena comprensió dels continguts de l'assignatura convé tenir una habilitat bàsica en la programació i un bon coneixement de com s'executen els programes en els computadors. Per a això, s'ha d'haver cursat *Informàtica*, *Programació d'aplicacions a Internet* i *Digitalització i microcontroladors*.

## Objectius

Aquesta assignatura pertany a la matèria del mateix nom, que tracta les ciutats com a autèntics sistemes ciberfísics en els que es combina el programari amb la ciutat. En aquest sentit, les dades que es capturen dels entorns urbans es transmeten i processen per a la presa de decisions que, finalment, acaba en accions de control que afecten els mateixos entorns urbans..

En aquest context, a l'assignatura de *Sistemes ciberfísics* es tracta que l'alumnat assoleixi els objectius següents:

- Conèixer com es tanca en llaç de control en els sistemes ciberfísics urbans.
- Tenir nocions dels requeriments habituals dels sistemes ciberfísics, inclosos els de temps real.
- Comprendre els aspectes de seguretat, fiabilitat i robustesa dels sistemes.
- Conèixer la metodologia del desenvolupament del programari dels sistemes ciberfísics.
- Entendre els diversos models de càlcul dels sistemes.
- Tenir habilitat pràctica amb el disseny i manipulació dels models de càlcul orientats a estats.
- Saber estimar costos d'implementació a partir dels models de càlcul dels sistemes.
- Tenir els rudiments de programació per a la implementació del programari de control en els sistemes ciberfísics.

## Resultats d'aprenentatge

1. CM15 (Competència) Relacionar els coneixements i les habilitats adquirits amb els aportats per altres tècnics en equips interdisciplinaris de gestió i planificació urbanes.
2. KM22 (Coneixement) Descriure les tecnologies de captació i transmissió de dades, així com d'actuadors i sistemes robòtics i la problemàtica associada a la seva integració en el teixit urbà.
3. SM21 (Habilitat) Utilitzar els sistemes d'adquisició de dades (com, per exemple, sensors i etiquetes RFID) i el seu processament com a eina de control (per exemple, d'instrumentació i robots) i presa de decisions.

## Continguts

- Introducció als sistemes ciberfísics
- Modelatge de sistemes físics: sistemes continus i híbrids
- Modelatge de sistemes computacionals i control
- Arquitectura de sistemes ciberfísics
- Programació de sistemes ciberfísics i simulació
- Sistemes multi-agent

## Activitats formatives i Metodologia

| Títol                                                            | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| Tipus: Dirigides                                                 |       |      |                          |
| Pràctiques: Desenvolupament d'un projecte d'assignatura          | 12    | 0,48 | CM15, SM21               |
| Problemes: Propostes i discussions de solucions de problemes     | 12    | 0,48 | SM21                     |
| Teoria: Assistència i participació en classes de teoria          | 24    | 0,96 | CM15, KM22               |
| Tipus: Supervisades                                              |       |      |                          |
| Pràctiques: Seguiment del treball del projecte d'assignatura     | 6     | 0,24 | CM15, SM21               |
| Tutorització: Resolució de problemes addicionals                 | 6     | 0,24 | SM21                     |
| Tipus: Autònomes                                                 |       |      |                          |
| Pràctiques: Desenvolupament del projecte i elaboració d'informes | 12    | 0,48 | CM15, SM21               |
| Problemes: Resolució de problemes i elaboració d'informes        | 24    | 0,96 | SM21                     |
| Teoria: Estudi                                                   | 26    | 1,04 | CM15, KM22               |

La docència s'estructura a partir de les activitats presencials següents:

**Classes de teoria:** Són sessions d'exposició de continguts, amb una primera part que es dedica a la divulgació dels coneixements necessaris per a l'anàlisi i el disseny dels sistemes ciberfísics i a explicar casos que situïn en context el coneixement i les habilitats que s'adquireixen a l'assignatura. La segona part es dedicarà a plantejar els problemes que es tractaran en els seminaris corresponents.

**Seminaris de problemes:** Discussió de petits casos d'estudi que serveixin per consolidar els coneixements quant a l'anàlisi, el disseny i el desenvolupament de sistemes ciberfísics.

**Pràctiques en laboratori:** Sessions de treball en grup, tot seguint un guió i supervisades per un professor o una professora. A cada sessió es tractarà sobre un aspecte concret quant a la implementació dels sistemes ciberfísics.

Hi ha una part molt important de treball en equip fora de l'aula, tant pel que fa als problemes proposats a classe com per a la realització de les pràctiques. En aquest sentit, cada membre de cada equip haurà d'assumir diferents rols per a cada treball que se li encarregui a l'equip. Això també suposa haver de treballar de forma organitzada i saber treballar de forma autònoma quan convingui.

**Nota:** es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes completin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

## Avaluació

### Activitats d'avaluació continuada

| Títol                           | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|---------------------------------|-----|-------|------|--------------------------|
| Examen de recuperació           | 50% | 2     | 0,08 | CM15, KM22               |
| Examen final                    | 25% | 2     | 0,08 | CM15, KM22               |
| Examen parcial                  | 25% | 2     | 0,08 | CM15, KM22               |
| Pràctiques                      | 25% | 12    | 0,48 | SM21                     |
| Treballs d'avaluació continuada | 25% | 10    | 0,4  | CM15, SM21               |

#### a) Procés i activitats d'avaluació programades

L'avaluació és contínua amb activitats específiques (exàmens i treballs) al llarg del curs. Aquestes activitats d'avaluació generen un seguit de notes que determinen la nota final.

El càlcul de la nota final  $n$  segueix l'expressió següent:

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

on  $x$  és la nota dels exàmens;  $p$ , la del projecte de les pràctiques de laboratori, i  $c$ , la de l'avaluació continuada.

Si  $x < 5$  o  $p < 5$ , la nota final ( $n$ ) és, com a màxim, un 4,5. En altres paraules, s'ha d'aprovar la mitjana dels exàmens i el projecte per separat.

La nota dels exàmens ( $x$ ) és la nota mitjana de l'examen intrasemestral i de l'examen final.

La nota del projecte ( $p$ ) s'obté de la mitjana ponderada de les notes corresponents a cada sessió de pràctiques. Se'n preveuen sis. En cas de no assistència, la persona absent tindrà un 0 com a nota de la sessió corresponent.

La nota de l'avaluació continuada ( $c$ ) s'obté d'una mitjana ponderada dels treballs de resolució de problemes que es facin al llarg del curs. No hi ha cap mínim i, per tant, es pot aprovar l'assignatura amb  $c = 0$  sempre que  $x \cdot 50\% + p \cdot 25\% \geq 5$ .

#### b) Programació de les activitats d'avaluació

Les dates de totes les activitats presencials, incloses les d'avaluació, i dels terminis de lliurament es publicaran al campus virtual (CV) i poden estar subjectes a possibles canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències: sempre se n'informarà prèviament a través del CV ja que és el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professorat i estudiants fora de l'aula.

#### c) Procés de recuperació

D'acord amb la coordinació del Grau i la direcció de l'Escola d'Enginyeria les activitats següents no són recuperables:

- Projecte, 25% de la qualificació final
- Avaluació continuada, 25% de la qualificació final

La nota mitjana dels exàmens es pot recuperar amb un examen específic.

#### d) Procediment de revisió de les qualificacions

Les revisions es podran fer en qualsevol moment després de la publicació de les notes i abans del termini de revisió de l'examen final.

Si, com a resultat d'una revisió, s'acorda el canvi d'una nota, la nova nota no es podrà modificar en una revisió posterior.

Un cop passat el termini de revisió de l'examen final, només es farà la revisió de la l'examen de recuperació.

#### e) Qualificacions

La qualificació de "no avaluable" només s'atorgarà a les persones que no facin cap activitat avaluable. La participació en una activitat avaluable implica que la resta d'activitats que no es facin computin com a 0 en el càlcul de la nota final.

Les matrícules d'honor es concediran als qui obtinguin una nota superior o igual a 9,0 a cada part, fins al 5% dels matriculats segons ordre descendent de nota final. A criteri del professorat, també se'n podran concedir en d'altres casos, sempre que no s'excedeixi del 5% i la nota final sigui igual o superior a 9,0.

#### f) Irregularitats, còpia i plagi

Les còpies fan referència a les evidències de que el treball o l'examen s'ha fet en part o totalment sense contribució intel·lectual de l'autor. En aquesta definició s'hi inclouen també les temptatives provades de còpia en exàmens i lliuraments de treballs i les violacions de les normes que n'asseguren l'autoria intel·lectual. Els plagis fan referència als treballs i textos d'altres autors que es fan passar com a propis. Són un delictes contra la propietat intel·lectual. Per evitar incórrer en plagi, citeu les fonts que feu servir a l'hora d'escriure l'informe d'un treball.

D'acord amb la normativa de la UAB, tant còpies com plagis o qualsevol intent d'alterar el resultat de l'avaluació, pròpia o aliena -deixant copiar, per exemple, impliquen una nota final de la part corresponent (examen, avaluació continuada o projecte) de 0, a efectes de calcular un valor quantitatiu de la nota, i suspendre l'assignatura, sense que això limiti el dret a emprendre accions en contra de qui hi hagi participat, tant en l'àmbit acadèmic com en el penal.

Es permet, però no es recomana, l'ús de tecnologies d'Intel·ligència Artificial (IA) com a part integrant del desenvolupament del treball, sempre que el resultat final reflecteixi una contribució significativa de l'estudiant en l'anàlisi i la reflexió personal. L'estudiant haurà d'identificar clarament quines parts han estat generades amb aquesta tecnologia, especificar les eines que ha fet servir i incloure una reflexió crítica sobre com han influït en el procés i el resultat final de l'activitat. La no transparència de l'ús de la IA es considera falta d'honestat acadèmica i comporta una penalització en la nota de l'activitat, o sancions més grans en casos de gravetat.

#### g) Avaluació d'alumnes que repeteixen

No hi ha cap tractament diferenciat per a alumnes que repeteixen l'assignatura, però poden aprofitar material propi del curs anterior sempre que ho indiquin així als informes corresponents.

#### h) Avaluació única

Aquesta assignatura no té avaluació única.

## Bibliografia

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

Un curs semblant però amb més contingut teòric. Veure també: <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)]

S'hi explica un mètode de programació de màquines d'estat en C similar al que es veu a l'assignatura.

Ll. Ribas Xirgo. (2011). "Estructura bàsica d'un computador", Capítol 5 de Montse Peiron Guàrdia, Lluís Ribas i Xirgo, Fermín Sánchez Carracedo i A. Josep Velasco González: *Fonaments de computadores*. Material docent de la UOC. OpenCourseWare de la UOC. [<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/12901>]

Tracta del model de màquines d'estat, de les màquines algorísmiques i de les arquitectures bàsiques dels sistemes digitals, coincidint amb els temes corresponents de l'assignatura.

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

Tracta de com programar sistemes encastats, tema que coincideix amb el que es tracta a la part de problemes i pràctica de l'assignatura. Per tant, és un material complementari molt interessant.

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

Fa un repàs a tot el procés de síntesi de sistemes encastats i posa en context el material de l'assignatura. Per tant, és un bon material complementari.

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

Informació complementària a la de l'assignatura, que presenta un possible sistema encastat per al control d'un robot.

## Programari

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

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

## Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través daquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

| Nom                             | Grup | Idioma          | Semestre           | Torn  |
|---------------------------------|------|-----------------|--------------------|-------|
| (PAUL) Pràctiques d'aula        | 611  | Català/Espanyol | segon quadrimestre | tarda |
| (PLAB) Pràctiques de laboratori | 611  | Català/Espanyol | segon quadrimestre | tarda |
| (PLAB) Pràctiques de laboratori | 612  | Català/Espanyol | segon quadrimestre | tarda |
| (PLAB) Pràctiques de laboratori | 613  | Català/Espanyol | segon quadrimestre | tarda |
| (TE) Teoria                     | 6    | Català          | segon quadrimestre | tarda |