

**Sistemes Ciberfísics**

Codi: 104544  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2503743 Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles	OB	3	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Lluís Ribas Xirgo  
Correu electrònic: Lluís.Ribas@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: No  
Grup íntegre en espanyol: No

**Altres indicacions sobre les llengües**

El material és en anglès

**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 ordinadors. Per a això, s'ha d'haver cursat Informàtica, Programació d'aplicacions a Internet i Digitalització i microcontroladors.

**Objectius**

Aquesta assignatura és la primera de la matèria de Sistemes ciberfísics, en la qual es 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 assolixi 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.

## Competències

- Avaluar de manera crítica el treball realitzat i demostrar esperit de superació.
- Desenvolupar plataformes de gestió, integració de serveis als ciutadans i a la governança aplicant tecnologies i sistemes de sensorització, adquisició, processament i comunicació de dades.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.

## Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar el comportament dels sistemes ciberfísics mitjançant simulació i mesura de dades reals.
2. Avaluar de manera crítica el treball realitzat i demostrar esperit de superació.
3. Descriure els principis bàsics de comportament dels sistemes ciberfísics.
4. Dissenyar sistemes ciberfísics per a la gestió de les ciutats intel·ligents.
5. Interpretar els mecanismes de supervisió i control dels sistemes ciberfísics.
6. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
7. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
8. Relacionar els elements que intervenen en el model d'una ciutat intel·ligent amb els dels sistemes ciberfísics, comprnent els problemes derivats de la gestió de la informació.

## Continguts

- Introducció als sistemes ciberfísics
- Garanties en els sistemes ciberfísics
- Modelatge de sistemes físics: sistemes continus i híbrids
- Modelatge de sistemes computacionals i control
- Arquitectura de sistemes ciberfísics
- Sistemes multi-agent

## Metodologia

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 teòrics quant a l'anàlisi i el disseny dels 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.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Assistència i participació en classes de teoria	22	0,88	3, 5, 8
Propostes i discussions de solucions de problemes	12	0,48	1, 2, 4, 6, 7
Pràctiques de laboratori: Desenvolupament d'un projecte d'assignatura	12	0,48	1, 2, 4, 6, 7
Tipus: Supervisades			
Seguiment del treball del projecte de laboratori	6	0,24	2, 6, 7
Tutorització: Resolució de problemes addicionals	6	0,24	1, 2, 4, 6, 7
Tipus: Autònomes			
Desenvolupament de projecte de laboratori i elaboració d'informes	12	0,48	1, 2, 4, 6, 7
Estudi	26	1,04	3, 5, 8
Resolució de problemes i elaboració d'informes	24	0,96	2, 4, 7

## Avaluació

### 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:

$$n = t \cdot 50\% + p \cdot 20\% + q \cdot 30\%$$

on  $t$  és la nota de la part de teoria,  $p$ , la de la part de problemes, i  $q$ , la de la part de pràctiques en laboratori.

La nota final serà, com a màxim, un 4,5 si  $t$ ,  $p$  o  $q < 5$ . En altres paraules, s'ha d'aprovar cada part (teoria, problemes i pràctiques) per separat.

La nota de la part de teoria ( $t$ ) s'obté a partir de la mitjana entre els diversos exàmens parcials o les parts corresponents a l'examen final. És a dir, es podrà millorar la nota de qualsevol examen parcial a l'examen final, de forma independent.

La nota de la part de problemes ( $p$ ) s'obté a partir dels informes de les propostes de solució corresponents. El valor de la nota es calcularà a partir d'una mitjana ponderada en la que es tindrà en compte la participació a les discussions dels seminaris de problemes. La fórmula del càlcul d'aquesta mitjana exclou les pitjors notes, incloses les absències, que computen com a zeros. El nombre de notes a excloure depèn del nombre de sessions de seminaris de problemes amb lliurament que es programin i serà comunicat oportunament.

La nota de la part de pràctiques ( $q$ ) serà el resultat d'una mitjana ponderada de les avaluacions del treball que es faci al laboratori i dels informes corresponents. Així doncs, l'assistència a les sessions de laboratori és obligada.

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

Les dates de les proves d'avaluació continuada de teoria, problemes i pràctiques 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 s'entén que és el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professorat i estudiants fora de l'aula.

#### c) Procés de recuperació

Els lliuraments fora de termini, sempre que hi hagi previ avís, seran acceptats i penalitzats amb una nota més baixa. En cap cas s'admetran lliuraments fora de termini sense avís previ o justificació de força major. Es podrà obrir un segon termini de lliurament pels informes que rebin una avaluació negativa. Els treballs no lliurats rebran una nota de 0 i no tindran opció a una segona avaluació.

D'acord amb la coordinació del Grau i la direcció de l'Escola d'Enginyeria les activitats següents no es podran recuperar a l'examen final:

- Problemes, 20% de la qualificació final
- Pràctiques, 30% de la qualificació final

L'examen final serveix per poder millorar les notes dels exàmens parcials, de manera independent. No hi ha nota mínima de cap de les dues parts per fer-lo.

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

Es podran revisar les correccions i les notes corresponents de totes les activitats avaluades en hores de tutoria del professorat. Per als exàmens de teoria s'establirà un dia i hora específic per a les revisions.

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.

No es faran revisions un cop passat el termini de revisió de l'examen final.

#### e) Qualificacions

En cas que no es faci cap lliurament, no s'assisteixi a cap sessió de laboratori i no es faci cap examen, la nota corresponent serà un "no avaluable". En qualsevol altre cas, els "no presentats" computen com un 0 per al càlcul de la mitjana ponderada. És a dir, la participació en alguna activitat avaluada implica que es tinguin en compte els "no presentats" en altres activitats com a zeros. Per exemple, una absència en una sessió de laboratori implica una nota de zero per a aquella activitat.

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 delicta 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 (teoria, problemes o pràctiques) de 0 i, en aquest cas, suspendre l'assignatura, sense que això limiti el dret a emprendre accions en contra dels qui hi hagin participat, tant en l'àmbit acadèmic com en el penal.

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

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

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen final	50	2	0,08	3, 4, 5, 6, 7, 8
Exàmens parcials (2)	50	4	0,16	3, 4, 5, 7, 8
Informes de treballs de pràctiques (~ 6)	30	12	0,48	1, 2, 4, 6, 7
Informes de treballs de seminaris de problemes (~ 6)	20	12	0,48	1, 2, 4, 5, 6, 7

### Bibliografia

(El llistat definitiu estarà disponible al campus virtual.)

1. 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.
2. 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\\_ma](https://www.researchgate.net/publication/273636602_How_to_code_finite_state_ma)]

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

3. Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia. (2017) *Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach*, Second Edition, MIT Press.  
Un bon complement a l'assignatura. Veure també: <https://ptolemy.berkeley.edu/>
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Oliver H. Bailey. (2005). *Embedded Systems Desktop Integration*. Wordware Publishing.  
Informació complementària a la de l'assignatura que incideix, sobre tot, en l'aspecte de la comunicació entre el hardware i el software.