

Titulació	Tipus	Curs
Enginyeria Informàtica	OB	3
Enginyeria Informàtica	OP	4

Professor/a de contacte

Nom : Lluís Ribas Xirgo

Correu electrònic : lluis.ribas@uab.cat

Equip docent

Joaquín Saiz Alcaine

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 fet el Laboratori de programació i l'Enginyeria del software (programació) i haver cursat Estructura de computadors, Sistemes operatius i Arquitectura de computadors (model d'execució dels programes).

Objectius

Aquesta assignatura és la primera de la matèria de Disseny de sistemes de còmput orientat a aplicacions. En aquesta matèria es tracta el desenvolupament dels sistemes que executen els algorismes d'unes aplicacions específiques tot respectant uns requeriments sovint molt exigents. Per exemple, no n'hi ha prou que un dispositiu mòbil sigui capaç de mostrar un vídeo, sinó que ho ha de fer a 25 imatges per segon, sincronitzant-ho amb la informació auditiva i consumint la mínima energia possible. Així doncs, l'objectiu final de la matèria és que sapigueu dissenyar algorismes i les implicacions que cada disseny té en el cost de l'aplicació segons el mateix algorisme i com s'implementa, és a dir, segons la plataforma d'execució que es triï.

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

- Tenir nocions dels dominis d'aplicació dels sistemes encastats i dels requeriments més comuns.
- Conèixer la metodologia del desenvolupament dels sistemes encastats.
- Haver adquirit els rudiments del disseny basat en models.
- Entendre els diversos models de càlcul dels sistemes.
- Tenir habilitat pràctica amb el disseny i implementació dels models de càlcul orientats a estats.
- Saber estimar costos d'implementació a partir dels models de càlcul dels sistemes.

Resultats d'aprenentatge

1. Utilitzar l'anglès com l'idioma de comunicació i de relació professional de referència.
2. Treballar de manera autònoma.
3. Identificar les necessitats de seguretat que han de complir els sistemes embotrats.
4. Analitzar els requeriments de les aplicacions informàtiques.
5. Comparar i avaluar les possibles plataformes per a complir els requeriments de les aplicacions.
6. Identificar les necessitats de l'aplicació específica que es desitja resoldre.
7. Gestionar el temps i els recursos disponibles. Treballar de manera organitzada.
8. Assumir i respectar el rol dels diversos membres de l'equip, així com els diferents nivells de dependència de l'equip.

Continguts

1. Introducció

- 1.1. Procés de desenvolupament de sistemes emcastats
- 1.2. Controladors basats en màquines d'estats
- 1.3. Programació de màquines d'estats

2. Models de computació

- 2.1. Màquines d'estats finits esteses (EFSM)
- 2.2. Màquines d'estats finits esteses concurrents i jeràrquiques (HCEFSM)
- 2.3. Màquines d'estats algorísmiques (ASM)
- 2.4. Grafs de flux de dades (DFG)
- 2.5. Grafs de control de flux de dades (CDFG)

3. Desenvolupament de sistemes emcastats

- 3.1. Arquitectura de sistemes complexos
- 3.2. Verificació formal de sistemes orientats a estats
- 3.3. Síntesi de programari
- 3.4. Simulació
- 3.5. Sistemes en temps real

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Resolució de problemes i elaboració d'informes	24	0,96	1, 2, 4, 5, 7, 8
Teoria: Assistència i participació a classes magistrals	26	1,04	3, 6
Estudi	23	0,92	2, 3, 6
Pràctiques: Desenvolupament del projecte d'assignatura	12	0,48	2, 4, 5, 7, 8
Problemes: Propostes de solucions, discussió de problemes i resolucions de dubtes	12	0,48	2, 4, 5, 7, 8
Pràctiques: Desenvolupament del projecte i elaboració d'informes	12	0,48	1, 2, 4, 5, 7, 8
Seguiment del treball del projecte del curs	6	0,24	2, 4, 5, 7

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

- Clases 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 encastats i a explicar casos que situïn en context el coneixement i les habilitats que s'adquireixen a l'assignatura. La segona part es dedica a plantejar els problemes que es tractaran en els seminaris corresponents.
- Seminaris de problemes: Discussió de casos d'estudi per consolidar els coneixements quant a l'anàlisi, el disseny i el desenvolupament dels sistemes encastats.
- Pràctiques en laboratori: Sessions de treball en grup, tot seguint un guió i supervisades per un professor o una professora. A cada sessió es tracta un aspecte concret quant a la implementació dels sistemes encastats.

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 ha d'assumir diferents rols per a cada treball que se li encarregui a l'equip. Això també implica 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 l'alumnat completi 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 final	25	2	0,08	3, 6
Examen parcial	25	2	0,08	3, 6
Examen de recuperació	50	2	0,08	3, 6
Treballs d'avaluació continuada	25	5	0,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Informes de treballs de pràctiques (6)	25	24	0,96	1, 2, 4, 5, 7, 8

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 part dels exàmens i la part pràctica per separat.

- La nota dels exàmens (x) és la nota mitjana de l'examen parcial i de l'examen final o només la de l'examen final, si és més gran. Si la nota de l'examen final és inferior a 3,5 s'ha de fer l'examen de recuperació.
- 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

$$c = 0 \text{ sempre que } x \cdot 50\% + p \cdot 25\% \geq 5.$$

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.

En casos excepcionals en què la persona afectada rebí la conformitat de la sol·licitud de reprogramació d'activitats d'avaluació (vegeu "Reprogramació d'exàmens" al web de l'Escola), s'oferirà una alternativa que s'ajusti a la programació de l'assignatura.

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 delicte 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 les persones que hi hagin participat, tant en l'àmbit acadèmic com en el penal.

Es permet 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'honestedat 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

- Ribas-Xirgo, Ll. (2026). Simulator-Based Digital Twin of a Robotics Laboratory. *Machines*, 14(3), 273. <https://doi.org/10.3390/machines14030273> (Detalla el model de les capes superiors de la pila de controladors del robot que es fa servir a les pràctiques de laboratori i com a exemple en l'assignatura.)
- Ribas-Xirgo, Ll. (2025). State Machine Model of the Operation Control of a Differential-Drive Mobile Robot. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202511.0943.v1> (Detalla el model de les capes inferiors de la pila de controladors del robot que es fa servir a les pràctiques de laboratori i com a exemple en l'assignatura.)
- Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia. (2017) *Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach*, Second Edition, MIT Press. <https://ptolemy.berkeley.edu/> (Un curs amb continguts similars, des d'una perspectiva més formal.)
- 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 (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. <https://hdl.handle.net/10609/12901> (Tracta del model de màquines d'estat, de les màquines algorísmiques i de les arquitectures bàsiques dels sistemes digitals, coincident amb els temes corresponents de l'assignatura.)
- 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.)
- 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.)
- 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.)
- 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.)

Programari

- CoppeliaSim, EDU Version, Coppelia Robotics [<https://www.coppeliarobotics.com/>]
- ZeroBrane Studio, ZeroBrane [<https://studio.zerobrane.com/>]
- Draw.io, diagrams.net [<https://app.diagrams.net/>]

Grups i idiomes de l'assignatura

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

CODI de l'assignatura

Tipus de docència	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(TE) Teoria	430	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	431	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	431	Català/Castellà	primer quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	432	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	432	Català/Castellà	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	433	Català/Castellà	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	434	Català/Castellà	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	435	Català/Castellà	primer quadrimestre	matí-mixt