

Titulació	Tipus	Curs
Enginyeria Informàtica	OB	3
Enginyeria Informàtica	OT	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:

- Conèixer els diversos àmbits d'aplicació dels sistemes encastats.
- Tenir nocions dels requeriments habituals de cada domini d'aplicació, inclosos els de temps real.

- Comprendre els aspectes de seguretat, fiabilitat i robustesa dels sistemes.
- Conèixer la metodologia del desenvolupament dels sistemes encastats.
- Entendre els diversos models de càlcul dels sistemes.
- Tenir habilitat pràctica amb el disseny i manipulació dels models de càlcul orientats a estats.
- Conèixer els elements bàsics de les arquitectures dels sistemes encastats.
- Haver adquirit els rudiments del disseny basat en plataformes.
- Saber estimar costos d'implementació a partir dels models de càlcul dels sistemes.
- Conèixer el problema de la partició dels sistemes i diverses estratègies per solucionar-lo.

Competències

Enginyeria Informàtica

- Adquirir hàbits de treball personal.
- Capacitat de desenvolupar processadors específics i sistemes embotrats, així com desenvolupar i optimitzar el software dels esmentats sistemes.
- Capacitat per definir, avaluar i seleccionar plataformes de maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques.
- Capacitat per dissenyar, desenvolupar, avaluar i assegurar l'accessibilitat, l'ergonomia, la usabilitat i la seguretat dels sistemes, serveis i aplicacions informàtiques, així com de la informació que gestionen.
- Comunicació.
- Treballar en equip.

Resultats d'aprenentatge

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

Continguts

1. Introducció

- 1.1. Procés de desenvolupament de sistemes encastats
- 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 encastats

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

La docència s'estructura a partir de les activitats 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 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.

COMPETÈNCIES TRANSVERSALS

En aquesta assignatura es pretén que l'alumnat adquireixi autonomia i capacitat d'organització en el treball propi, així com una competència bàsica en el treball d'equip i en anglès.

En aquest sentit, hi haurà una part de l'avaluació específica de cadascun dels resultats d'aprenentatge corresponents:

T03.02. Assumir i respectar el rol dels diversos membres de l'equip, així com els diferents nivells de dependència de l'equip: El projecte de les pràctiques s'haurà de fer en equips i la presentació final haurà d'incloure, necessàriament, la descripció de què ha fet cada persona.

T02.01. Treballar de manera autònoma: Els problemes i la part que cadascú assumeixi del projecte de la pràctica en el seu equip s'han de resoldre i fer de manera individual.

T02.03. Gestionar el temps i els recursos disponibles. Treballar de manera organitzada: En el projecte de pràctiques, l'organització del treball propi queda subjecte al rol en l'equip. En qualsevol cas, tots els lliuraments fets amb retard tenen penalitzacions, cosa que obliga a les i els estudiants a gestionar el temps de manera que elles i ells mateixos, i els seus equips, puguin complir amb els requeriments temporals que se'ls demana.

T04.03. Utilitzar l'anglès com l'idioma de comunicació i de relació professional de referència: La majoria del material és en anglès per fomentar l'aprenentatge d'aquest idioma i es valora positivament que els informes de les pràctiques o els problemes es lliurin en anglès.

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	5, 6
Examen final	25	2	0,08	5, 6
Examen parcial	25	2	0,08	5, 6
Informes de treballs de pràctiques (6)	25	24	0,96	1, 2, 3, 4, 7, 8
Treballs d'avaluació continuada	25	5	0,2	1, 3, 4, 5, 6, 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 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, afectes 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, 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

LI. 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]

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

LI. 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.

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

Un curs amb continguts similars, des d'una perspectiva més formal. Veure també:
<https://ptolemy.berkeley.edu/>

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.

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 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	431	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	432	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	431	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	432	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	433	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	434	Català/Espanyol	primer quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	430	Català	primer quadrimestre	matí-mixt