

Titulació	Tipus	Curs
Enginyeria de Dades	OT	4

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 fer superat *Programació avançada*, com també *Fonaments físics per a l'adquisició de dades* per entendre els principis de digitització de la informació. És convenient haver fet *Estructures de dades* i *Programació paral·lela*.

Objectius

Els sistemes encastats s'encarreguen de conjunts molt específics de funcions que, habitualment, fan d'interfície d'alt nivell entre les aplicacions i el món físic. En aquest sentit, s'ocupen del tractament de dades captades per sensors de tot tipus, de part del seu processament (computació perifèrica), de la seva transmissió a les aplicacions i també del control de motors i actuadors de tota mena. Actualment, hi ha sistemes encastats a gairebé qualsevol "cosa" i, si les coses són complexes, en poden portar molts com, per exemple, els que hi pot haver en un cotxe.

Com que els sistemes encastats estan estretament relacionats amb l'entorn físic que els envolta, els algorismes que implementen han de complir amb molts de requeriments, sovint molt estrictes i contradictoris entre sí. Per exemple, tenir un alt rendiment i consumir poca energia.

Així doncs, per al desenvolupament dels sistemes encastats és necessari concebre algorismes robustos que puguin verificar-se per operar en entorns crítics i tenir un cost de desenvolupament i d'execució dins dels marges delimitats pels requeriments de l'aplicació.

Amb aquesta assignatura es pretén que les i els estudiants assoleixin els objectius següents:

- Conèixer la relació entre els sistemes encastrats, la Internet de les coses i la computació perifèrica.
- Tenir nocions dels requeriments habituals dels sistemes encastrats, inclosos els de temps real.
- Comprendre els aspectes de seguretat, fiabilitat i robustesa dels sistemes.
- Entendre els diversos models de càlcul dels sistemes.
- Tenir capacitat de dissenyar i manipular els models de càlcul orientats a estats.
- Conèixer els elements bàsics de les arquitectures dels sistemes encastrats.
- Tenir els rudiments de programació per a la implementació dels sistemes.
- Adquirir una habilitat pràctica en el desenvolupament de sistemes encastrats.
- Saber integrar els sistemes encastrats en entorns de recollida i processament de dades.

Competències

- Concebre, dissenyar i implementar el sistema d'adquisició de dades més adient per al problema concret que cal resoldre.
- Demostrar sensibilitat cap als temes ètics, socials i mediambientals.
- Prevenir i solucionar problemes, adaptar-se a situacions imprevistes i prendre decisions.
- Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'indole social, científica o ètica.

Resultats d'aprenentatge

1. Demostrar sensibilitat cap als temes ètics, socials i mediambientals.
2. Dissenyar el sistema d'adquisició de dades més eficient per a un sistema de suport a la conducció autònoma.
3. Prevenir i solucionar problemes, adaptar-se a situacions imprevistes i prendre decisions.
4. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
5. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'indole social, científica o ètica.

Continguts

1. Introducció a la Internet de les coses i la computació perifèrica.
2. Metodologia de disseny de sistemes encastrats: Models de càlcul, arquitectures i procés de disseny.
3. Síntesi de programari encastrat, simulació i implementació.
4. Desenvolupament de sistemes de registre de dades, monitorització i identificació de paràmetres.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Pràctiques: Desenvolupament d'un projecte d'assignatura	12	0,48	2, 3, 4, 5

Problemes: Propostes i discussions de solucions de problemes	12	0,48	2, 3, 4, 5
Teoria: Assistència i participació en classes de teoria	24	0,96	1, 2, 4, 5
Tipus: Supervisades			
Pràctiques: Seguiment del treball del projecte d'assignatura	6	0,24	2, 3, 4, 5
Tutorització: Resolució de problemes addicionals	6	0,24	1, 2, 3, 5
Tipus: Autònomes			
Pràctiques: Desenvolupament del projecte i elaboració d'informes	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5
Problemes: Resolució de problemes i elaboració d'informes	24	0,96	1, 2, 3, 4, 5
Teoria: Estudi	26	1,04	2, 5

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 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 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 tractarà sobre un aspecte concret quant a la implementació dels sistemes encastats.

Com en tots els àmbits de l'enginyeria, el desenvolupament de sistemes encastats implica prendre decisions basades en criteris sovint contradictoris. En els casos d'estudi que es treballin es procurarà que s'hi incloguin criteris ètics, socials i mediambientals. De la mateixa manera, es fomentarà la capacitat d'ajustar-los per adaptar-se a incidències en el procés de desenvolupament i canvis d'especificacions.

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	1, 2, 5
Examen final	25%	2	0,08	1, 2, 5
Examen parcial	25%	2	0,08	2, 3, 5
Pràctiques	25%	12	0,48	2, 3, 4
Treballs d'avaluació continuada	25%	10	0,4	1, 2, 5

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

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 d'aquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(PAUL) Pràctiques d'aula	1	Català/Espanyol	segon quadrimestre	tarda
(PLAB) Pràctiques de laboratori	1	Català/Espanyol	segon quadrimestre	tarda
(TE) Teoria	1	Català	segon quadrimestre	tarda