

Fonaments dels Computadors

Codi: 102765

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	FB	1	2

Professor/a de contacte

Nom: Mercedes Rullan Ayza

Correu electrònic: mercedes.rullan@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

Els problemes del grup 411 són en castellà. Els problemes del grup 412, 431,432,451,471 són en català.

Equip docent

Jordi Carrabina Bordoll

Joaquín Saiz Alcaine

Lluís Antoni Teres Teres

Victor Montilla Gispert

Prerequisits

No hi ha prerequisits però es recomana haver cursat les assignatures de Fonaments d'Informàtica i Electricitat i Electrònica.

Objectius

Aquesta assignatura, de formació bàsica, s'emmarca en el primer curs, segon semestre de la titulació. Els Fonaments de Computadors constitueixen el nexa d'unió entre les assignatures de primer curs d'Electricitat i Electrònica i els Fonaments d'Informàtica amb l'Estructura de Computadors, que es veurà en el primer semestre del segon curs.

L'objectiu de l'assignatura és que els estudiants compreguin el paper que els sistemes digitals juguen en el món de la informàtica, siguin capaços de dissenyar i implementar sistemes digitals de complexitat mitjana-baixa utilitzant portes lògiques i dispositius reconfigurables i aprenguin que un computador no és sinó un sistema digital de certa complexitat.

A la última part del curs s'aborden les metodologies basades en arquitectures "Unitat de Procés - Unitat de Control (UP-UC)" per resoldre sistemes digitals d'una certa complexitat tot introduint els conceptes bàsics d'aquestes arquitectures tant en la seva versió "cablejada" (UC feta amb portes i blocs lògics) com

"microprogramada" (UC basada en ROM + seqüenciador). Finalment es tanca aquest bloc i l'assignatura veient el disseny d'un processador de codi obert (RISC-V) a partir del seu repertori d'instruccions i aplicant les arquitectures UP-UC anteriors.

Competències

- Adquirir hàbits de pensament.
- Adquirir hàbits de treball personal.
- Coneixement de l'estructura, l'organització, el funcionament i la interconnexió dels sistemes informàtics, els fonaments de la seva programació, i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.
- Conèixer les matèries bàsiques i les tecnologies que capacitin per a l'aprenentatge i el desenvolupament de nous mètodes i tecnologies, així com d'aquelles que els dotin d'una gran versatilitat per a adaptar-se a noves situacions.

Resultats d'aprenentatge

1. Comprendre els principis bàsics de la lògica dels computadors, les funcions booleanes i la seva minimització.
2. Conèixer els principis bàsics de l'estructura i la programació dels computadors.
3. Demostrar capacitat per el disseny de components bàsics (portes lògiques, flip flops?) i per el disseny de circuits combinacionals i lògics programables.
4. Demostrar coneixements del funcionament de la màquina algorísmica i del disseny de processadors basats en aquesta.
5. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
6. Reconèixer i identificar els mètodes, sistemes i tecnologies propis de l'enginyeria informàtica.
7. Treballar de manera autònoma.

Continguts

Bloc 1. Circuits combinacionals (CC)

- Senyals i sistemes digitals. Descripció d'un sistema digital. Sistemes Electrònics Digitals (SED). Transistors MOS. Portes AND, OR i INV. Síntesi de SED com a procés de refinament progressiu.
- Definició de Circuit Combinacional. Síntesi des de taules I: ROM. Síntesi des de taules II: portes lògiques.
- Àlgebra de Boole. Taules de veritat.
- Portes NAND, NOR, XOR, NXOR. Buffers 3-state.
- Prestacions: Temps de resposta. Cost hardware.
- Mòduls combinacionals: multiplexors, descodificadors, plànols AND-OR (PLAs), ...
- Eines de síntesi: Síntesi des d'algorismes.

Bloc 2. Circuits seqüencials (CS)

- Necessitat dels circuits seqüencials. Definició d'un CS. Estats i sincronització. Circuits seqüencials síncrons. Rellotge, reset i set.
- Descripció explícita de CS. Grafts de comportament i taules.
- Components bàsics: biestables, flip flops i latxos.
- Síntesi de CS a partir de taules. Màquines de Moore i Mealy. Codificació d'estats.
- Registres, comptadors, memòries. Estructures, tipus i usos més freqüents.
- Màquines d'estats finits (MEF). Definició formal. Implementació i temps de resposta.
- Nocions bàsiques de VHDL. Exemples de descripció d'una MEF en VHDL.
- Síntesi de CS des d'algorisme.
- Implementació física de Sistemes Digitals. FPGAs i altres estratègies d'implementació.

Bloc 3. Arquitectura Unitat de Procés-Unitat de Control (UP-UC) i disseny d'un processador

- Arquitectura Unitat de Procés (UP) - Unitat de Control (UC).
- UP amb multiplexors. UP amb busos.
- Unitat de Control amb seqüenciador basada en una ROM.
- Estructura bàsica d'un processador simple. Arquitectura Von Neumann vs Harvard. Unitats funcionals i busos.
- Repertori d'instruccions del processador. Programació amb llenguatge màquina. Micro-ordres i senyals de condició (status).
- Exemple de processador de codi obert: RISC-V
- Arquitectura Harvard. Cicles de cerca (*fetch*), descodificació (*decode*) i execució.
- Microinstruccions i microprogrames.
- Implementació microprogramada de la Unitat de Control.
- Relacions entre hardware, firmware y software.

Metodologia

L'assignatura s'organitza en tres blocs. Els blocs 1 i 2 utilitzen un MOOC d'accés lliure de Coursera desenvolupat pel professorat de l'assignatura. Els materials que s'ofereixen a través del MOOC inclouen una sèrie de vídeos que els estudiants han de visualitzar abans d'assistir a classe i que contenen els coneixements teòric-pràctics necessaris per al disseny de sistemes digitals, exercicis interactius de correcció automàtica i un entorn de simulació de sistemes digitals. Els materials del bloc 3 inclouen una sèrie de vídeos que estan disponibles a través del campus virtual de la UAB. Al bloc 3 s'utilitza la mateixa metodologia de treball indicada en el paràgraf anterior, sense l'entorn de Coursera.

L'assignatura s'imparteix en modalitat "problemes d'aula". Totes les classes presencials es tracten com sessions basades en problemes. Les classes es dediquen a la resolució de qüestions i dubtes dels vídeos, i de casos proposats pel professor. Els estudiants han de participar activament en aquestes classes; no es tracta de classes convencionals "de teoria". Tenen lloc en grups petits (de l'ordre de 40-50 estudiants), condició indispensable per assolir el grau d'interactivitat necessari en una assignatura de caràcter eminentment pràctic.

L'assignatura es completa amb unes pràctiques en laboratori on els estudiants implementen físicament els circuits, que fins aleshores s'havien limitat a dissenyar "sobre paper". Cada sessió acull a 20-25 estudiants que treballen en grups de 2 i té una durada de 2 hores.

Les tutories podran ser individuals o en petits grups i es faran a demanda i en coordinació entre cada professor i els estudiants. També hi podran haver tutories col·lectives que podrà proposar l'equip docent, però aquestes requeriran l'enviament previ al fòrum corresponent del Campus Virtual (CV) d'aquelles preguntes concretes sobre conceptes o exercicis que calgui resoldre per tal que el professorat pugui planificar i realitzar adequadament la tutoria.

En aquesta assignatura es treballen i avaluen les següents competències transversals:

- T01.02 - Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva: es treballa fonamentalment en la resolució de problemes en les classes presencials i s'avalua en les corresponents proves parcials.
- T02.01 - Treballar de manera autònoma: es treballa principalment amb la visualització del material audiovisual (abans de les sessions presencials) i també en un gran nombre de classes presencials, mitjançant la realització de qüestionaris per l'aula Moodle, que permeten avaluar si l'estudiant ha treballat el tema d'aquella setmana. Els resultats obtinguts en aquests qüestionaris es tindran en compte en l'avaluació dels lliuraments realitzats en dates pre-establertes.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
-------	-------	------	--------------------------

Tipus: Dirigides

Classes de problemes	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6
Pràctiques de laboratori	12	0,48	3

Tipus: Supervisades

Estudi de casos	12	0,48	1, 3, 5, 7
Treball complementari de pràctiques	10	0,4	3

Tipus: Autònomes

Estudi autònom	40	1,6	1, 2, 3, 4, 6, 7
Preparació i resolució d'exercicis	16	0,64	5, 7
Visualització dels vídeos	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Avaluació

a) Procés i activitats d'avaluació programades.

1. Tres proves parcials (una per bloc), a realitzar individual i presencialment, en un entorn controlat, i en format escrit. Aquestes proves parcials avaluen el coneixement adquirit per l'estudiant i la seva capacitat de resoldre problemes tot dissenyant circuits digitals adients i eficients.
2. Resolució d'exercicis: comprèn un conjunt d'exercicis on-line, amb correcció automàtica, que l'estudiant ha de lliurar en unes dates prèviament especificades.
3. Visualització dels vídeos abans d'assistir a classe i assistència a classe.
4. Activitats en què els estudiants han de demostrar les competències adquirides durant el desenvolupament de les pràctiques.

La nota del curs obtinguda per avaluació continuada (AC) es calcula a partir de:

1. (activitat 1) La mitjana de les notes obtingudes en les tres proves parcials (*PP1*, *PP2* i *PP3*),
2. (activitats 2 i 3) el lliurament d'exercicis, l'assistència a classe i la visualització dels vídeos (*Pb*),
3. (activitats 4) la nota de les activitats avaluable de pràctiques (*PL*)

d'acord amb la fórmula: $AC = PP \cdot 0,5 + Pb \cdot 0,2 + PL \cdot 0,3$

on, $PP = (PP1+PP2+PP3)/3$

Per aprovar el curs s'han de complir les següents condicions:

1. $AC \geq 5$,
2. $PP1$, $PP2$ i $PP3 \geq 4$ (cadascuna d'elles), i $PP \geq 5$.
3. $PL \geq 5$.

Al finalitzar el curs:

- Si la nota obtinguda en una (i només una) de les proves parcials *PP1*, *PP2* o *PP3* és < 4 , s'ha de superar aquesta qualificació presentant-se a un examen de recuperació del bloc corresponent. Per aprovar el curs la nota obtinguda en aquest examen ha de ser ≥ 4 , i la nova nota *PP* mitjana dels tres parcials ha de ser ≥ 5 .
- Si la nota obtinguda en dos o més parcials és < 4 , l'estudiant ha de presentar-se a un nou examen que inclourà tota la matèria. La nota obtinguda serà la nova nota *PP*, que ha de ser ≥ 5 per a superar el curs.

- Si $PL < 5$ l'estudiant podrà fer una activitat de recuperació relativa a les pràctiques. La nota obtinguda en aquesta activitat de recuperació serà la nova nota PL , que ha de ser ≥ 5 per a superar l'assignatura.

Si finalment $PP < 5$ o $PL < 5$, la nota final de l'assignatura serà el valor més baix entre la nota AC i 4,5.

La figura següent resumeix les situacions que es poden donar, entenent que l'estudiant ha aprovat les pràctiques ($PL \geq 5$).

b) Programació d'activitats d'avaluació

Les dates de les proves d'avaluació i del lliurament d'exercicis es publiquen a l'inici del curs al Campus Virtual (CV) i a la web de l'Escola (apartat d'exàmens), i poden estar subjectes a canvis de programació a causa de situacions imprevistes. Qualsevol modificació d'aquestes s'avisarà a través d'aquesta plataforma.

És important puntualitzar que no es realitzarà cap examen a cap estudiant fora dels dies programats a l'efecte, llevat que hi concorrin causes justificades que s'hagin informat abans de la data prevista, i amb el consentiment del professor.

c) Procés de recuperació

L'activitat 1 d'avaluació corresponent a la teoria es pot recuperar en la prova final, seguint les condicions explicades a l'apartat a. L'estudiant es pot presentar a la recuperació sempre que s'hagi presentat a 2 dels 3 parcials de teoria.

- Si la nota obtinguda en una (i només una) de les proves parcials $PP1$, $PP2$ o $PP3$ és < 4 , s'ha de superar aquesta qualificació presentant-se a un examen de recuperació del bloc corresponent. Per aprovar el curs la nota obtinguda en aquest examen ha de ser ≥ 4 , i la nova nota PP mitjana dels tres parcials ha de ser ≥ 5 .
- Si la nota obtinguda en dos o més parcials és < 4 , l'estudiant ha de presentar-se a un nou examen que inclourà tota la matèria. La nota obtinguda serà la nova nota PP , que ha de ser ≥ 5 per a superar el curs.

Les activitats 2 i 3 (lliurament d'exercicis, assistència a classe i tests) que correspon a un 20% de la nota final no es poden recuperar.

L'activitat 4 es pot recuperar, com s'indica a l'apartat a, mitjançant una activitat de recuperació específica relativa a les pràctiques.

d) Procediment de revisió de les qualificacions

Les notes de les activitats d'avaluació es publiquen en el CV. S'informarà del procediment de revisió un cop publicades les notes i normalment consistirà en establir un termini perquè els estudiants sol·licitin la revisió i en funció de les peticions rebudes s'informarà als estudiants sobre la data i termini concret per fer la revisió. Si l'estudiant no segueix el procediment establert a la revisió o no es presenta a la revisió no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

e) Qualificacions especials

- s'avaluarà amb un "no-avaluable" a l'estudiant que no hagi participat en cap prova d'avaluació o pràctiques de laboratori.
- per obtenir una "matrícula d'honor (MH)" la nota final obtinguda per l'estudiant ha de ser $\geq 9,0$. No obstant això, atès que el nombre de MHs no pot excedir el 5% del nombre d'estudiants matriculats en l'assignatura, aquesta condició no és suficient i, per tant, les MH s'assignaran als estudiants que hagin obtingut les qualificacions més altes.

f) Conseqüències de les irregularitats comeses pels estudiants: còpia i plagi,...

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un/a estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació en

una activitat avaluable es qualificaran amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs. Aquestes irregularitats inclouen, entre d'altres:

- la còpia total o parcial d'una pràctica, informe, o qualsevol altra activitat d'avaluació;
- deixar copiar;
- presentar un treball de grup no fet íntegrament pels membres del grup (aplicat a tots els membres, no solament als que no han treballat);
- presentar com a propis materials elaborats per un tercer, encara que siguin traduccions o adaptacions, i en general treballs amb elements no originals i exclusius de l'estudiant;
- tenir dispositius de comunicació (com telèfons mòbils, smart watches, bolígrafs amb càmera, etc.) accessibles durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens);
- parlar amb companys durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens);
- copiar o intentar copiar d'altres alumnes durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens); - usar o intentar usar escrits relacionats amb la matèria durant la realització de les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens), quan aquests no hagin estat explícitament permesos.

En edicions futures d'aquesta assignatura, a l'alumnat que hagi comès irregularitats en un acte d'avaluació no se li convalidarà cap de les activitats d'avaluació realitzades.

En resum: copiar, deixar copiar o plagiar (o l'intent de) en qualsevol de les activitats d'avaluació equival a un SUSPENS, no compensable i sense convalidacions de parts de l'assignatura en cursos posteriors.

g) Avaluació dels estudiants repetidors

Els estudiants que van realitzar i aprovar les pràctiques de laboratori en un dels dos anys anteriors però que van suspendre l'assignatura, poden optar per no repetir les pràctiques el curs actual. En aquest cas, la nota de pràctiques (PL) serà un 5, independentment de la nota obtinguda el curs anterior. La llista d'estudiants que poden triar no realitzar les pràctiques es publica en el CV al començament del curs. Si, de tota manera, un estudiant vol repetir les pràctiques, haurà d'informar via correu electrònic al professor responsable de les pràctiques.

Si un estudiant ha comès irregularitats (còpies/plagi) en alguna activitat d'avaluació en una convocatòria anterior de l'assignatura no tindrà dret a que se li convalidin les pràctiques (si les tingués aprovades).

A partir de la segona matrícula i si l'estudiant té les pràctiques aprovades i opta per convalidar-les, pot escollir que el sistema d'avaluació sigui:

1. fer l'avaluació normal (continua + recuperació final) establerta en l'apartat "a) Procés i activitats d'avaluació programades" on se li mantindria un 5 a les pràctiques però no es mantindria la nota dels exercicis.
2. substituir l'avaluació contínua per un examen final (en la data del tercer parcial) i tenir en compte la seva nota de pràctiques i d'exercicis del curs anterior (5 com a màxim en cada cas):

$$\text{nota final} = 0,5 * \text{prova final} + 0,3 * \text{nota de les pràctiques del curs anterior (un 5)} + 0,2 * \text{nota exercicis curs anterior (màxim un 5)}$$

Si l'estudiant suspèn té una segona oportunitat en aquesta alternativa 2) que seria fer de nou un examen final de tota la matèria en les dates de la recuperació final, mantenint-se les mateixes condicions per a les pràctiques i els exercicis (màxim un 5).

Per poder optar a aquesta avaluació diferenciada (2), l'alumnat repetidor l'ha de demanar al responsable de l'assignatura mitjançant correu electrònic com a molt tard 15 dies després de l'inici de les classes.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
-------	-----	-------	------	--------------------------

Activitats avaluables de pràctiques	30%	2	0,08	3, 5, 6, 7
Lliurament de problemes	20%	8	0,32	5, 7
Tres proves parcials i/o examen final	50%	8	0,32	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Bibliografia

- Coursera MOOC: <https://www.coursera.org/learn/digital-systems>
- Digital Systems: From Logic Gates to Processors. Deschamps JP, Valderrama E, Terés L. Springer 2017. ISBN 978-3-319-41198-9.
- Complex Digital Systems. Deschamps JP, Valderrama E, and Terés L. Springer 2019. ISBN 978-3-030-12652-0.
- Diseño de Sistemas Digitales. Deschamps JP, Ed. Paraninfo 1989. ISBN 84-283-1695-9.
- Digital Systems Fundamentals. T.L. Floyd. Ed. Prentice Hall. 9ª Edición ISBN: 8483220857.
- Arquitecturas UP-UC: de los sistemas digitales a medida al procesador de propósito general RISC-V. Valderrama E., Deschamps J-P., Rullan M. y Terés, L. Apuntes del bloque-3 del curso.

Programari

- Oracle VM VirtualBox
- Quartus II Web Edition