

**Sistemes Digitals i Llenguatges de Descripció del Hardware**

Codi: 102684  
Crèdits: 9

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500895 Enginyeria Electrònica de Telecomunicació	OB	2	1
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	2	1

### Professor/a de contacte

Nom: Mercedes Rullán 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: Sí  
Grup íntegre en espanyol: No

### Equip docent

Elena Valderrama Vallés  
Antonio José Velasco González

### Prerequisits

Es recomana haver cursat les assignatures de Fonaments d'Informàtica i Teoria de Circuits i Electrònica de primer curs.

### Objectius

L'objectiu de l'assignatura és que els estudiants compreguin el paper que els sistemes digitals, les màquines algorítmiques i els processadors juguen en el món de la informàtica i les telecomunicacions. En finalitzar l'assignatura l'estudiant serà capaç de dissenyar i implementar circuits digitals de complexitat mitjana-alta utilitzant llenguatges de descripció hardware i dispositius lògics programables (PLDs).

Al llarg de l'assignatura l'estudiant veurà com es pot dissenyar un processador molt simple utilitzant les tècniques pròpies de les màquines algorítmiques i comprendrà, mitjançant aquest exemple, l'estructura del computador, els conceptes d'unitat de procés i unitat de control, de repertori d'instruccions, de microinstrucció, de microordre i de microprogramació.

Les eines de hardware/software s'estudiaran des d'un punt de vista pràctic, treballant al laboratori amb kits de disseny de FPGAs d'ALTERA.

### Competències

#### Enginyeria Electrònica de Telecomunicació

- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions
- Hàbits de pensament

- Hàbits de treball personal
- Treball en equip

### **Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació**

- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- Hàbits de pensament.
- Hàbits de treball personal
- Treball en equip

## **Resultats d'aprenentatge**

1. Analitzar i dissenyar circuits combinacionals i seqüencials, síncrons i asíncrons, i d'utilització de microprocessadors i circuits integrats.
2. Aplicar els fonaments de llenguatges de descripció de dispositius de maquinari.
3. Desenvolupar aplicacions en temps real.
4. Desenvolupar el pensament sistèmic.
5. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
6. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
7. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics.
8. Gestionar el temps i els recursos disponibles.
9. Gestionar el temps i els recursos disponibles. Treballar de forma organitzada.
10. Treballar cooperativament.
11. Utilitzar eines informàtiques de recerca de recursos bibliogràfics o d'informació relacionada amb les telecomunicacions i l'electrònica.
12. Utilitzar els fonaments de disseny, verificació i validació de programari en la descripció de sistemes de maquinari basats en llenguatges de descripció del maquinari a alt nivell.

## **Continguts**

### **Bloc1. Circuits combinacionals**

- Definició de Sistema Digital. Sistemes Electrònics Digitals. Portes AND, OR i INV
- Definició de Circuit Combinacional
- Àlgebra de Boole
- Portes NAND, NOR, XOR, NXOR, buffer 3-state
- Eines de Síntesi. Temps de resposta
- Implementació d'estructures de programació
- Mòduls combinacionals (multiplexors, descodificadors, Plànols AND-OR, ...)
- Llenguatges de descripció hardware. VHDL

### **Bloc2. Circuits seqüencials**

- Definició de Circuit Seqüencial
- Descripció explícita de circuits seqüencials. Grafs de comportament
- Components bàsics dels circuits seqüencials: biestables
- Síntesi de circuits seqüencials a partir de taules.
- Registres, comptadors, memòries
- Màquines d'estats finits (MEF)
- Síntesi directa des d'algorisme
- Tecnologies d'Implementació dels Sistemes Digitals. FPGAs i altres

### **Bloc3. Arquitectura UP-UC i disseny d'un processador**

- Arquitectura UP-UC
- Esquemes de càlcul

- Unitat de control amb seqüenciador
- Unitat de procés amb busos
- Disseny d'un processador simple:
  - Repertori d'instruccions
  - Llenguatge màquina
  - Microordres, microinstruccions i microprogrames
  - Jerarquia de llenguatges de programació

## Metodologia

La metodologia docent que seguirà aquesta assignatura es basarà en les següents activitats:

En els dos primers blocs de l'assignatura es segueix una metodologia "mixta": els estudiants han de seguir un curs MOOC de Sistemes Digitals impartit pels mateixos professors d'aquesta assignatura, i realitzar una sèrie d'activitats presencials en grups reduïts en les que s'expliquen, complementen i amplien els temes desenvolupats en el curs MOOC. Treballarem presencialment els dubtes i/o exercicis en subgrups. S'ha de participar activament en aquestes classes presencials que NO SERAN CLASSES DE TEORIA.

La metodologia seguida en el tercer bloc de l'assignatura és més clàssica: els alumnes reben classes magistrals en grups grans i classes de resolució de problemes en grups reduïts on s'implementaran metodologies d'aprenentatge i resolució de problemes de forma cooperativa. Les classes de problemes s'utilitzaran com a pont entre les classes magistrals i les pràctiques, promovent la capacitat d'anàlisi crític i síntesi.

### Pràctiques

Les activitats esmentades es complementen amb unes pràctiques a realitzar al laboratori en les que l'estudiant aprèn tècniques d'Implementació de Sistemes Digitals. Les pràctiques de laboratori es realitzen en grups de 2 estudiants per estimular el treball en equip. Cal ressaltar l'orientació pràctica de l'assignatura. Seran sessions que permetran a l'alumne desenvolupar un projecte complex mitjançant l'entorn de disseny lògic automàtic (ALTERA) que permet programar circuits lògics programables. En les sessions de pràctiques els alumnes es familiaritzaran amb la descripció de sistemes utilitzant VHDL, la captura d'esquemàtics, la simulació i la programació.

**Competències transversals.** Les que es treballen i avaluen a l'assignatura són:

- **T01.01 - Desenvolupar un pensament i un raonament crítics, T01.02 - Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi i T01.04 - Desenvolupar el pensament sistèmic:** es treballen fonamentalment en la resolució de problemes en les classes presencials i s'avaluen en les corresponents proves parcials.
- **T02.02 - Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom i T02.03 - Gestionar el temps i els recursos disponibles. Treballar de forma organitzada:** es treballen 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 tests on-line amb el software Socrative, que ens permet avaluar si l'estudiant ha treballat el tema d'aquella setmana. Els resultats obtinguts en aquests tests es tindran en compte en l'avaluació dels lliuraments realitzats en dates pre-establertes.
- **T03.01 - Treballar cooperativament:** es treballa fonamentalment en les practiques realitzades en grups de 2 estudiants i s'avalua al llarg de les sessions practiques.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes presencials	26	1,04	1, 2, 6, 7, 11, 12

Pràctiques de laboratori	18	0,72	2, 5, 9, 10, 12
Seminaris de problemes	18	0,72	1, 4, 5, 6, 7, 9, 10
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Resolució de casos	18	0,72	5, 7, 9
Treball suplementari de pràctiques	10	0,4	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi autònom	39	1,56	5, 8, 9
Estudi del material audiovisual	18	0,72	5, 6, 7, 8, 9
Preparacions de treball al laboratori	30	1,2	9, 10
Resolució de problemes	32	1,28	1, 2, 11, 12

## Avaluació

### a) Procés i activitats d'avaluació programades

L'avaluació del grau d'adquisició de les competències per part dels estudiants es realitza sobre:

- 1) els coneixements adquirits i capacitat de dissenyar circuits i sistemes eficients (mitjançant 3 proves parcials)
- 2) els exercicis setmanals amb correcció automàtica (lliuraments obligatoris pautaats en determinades setmanes)
- 3) la capacitat d'implementar els circuits dissenyats utilitzant FPGA o altres dispositius hardware programables (habilitat que s'adquireix a través de les activitats desenvolupades en les sessions de laboratori).

La qualificació obtinguda en el punt **(1) representa el 50% de la qualificació final**, l'obtinguda en el punt **(2) representa el 10%** i l'obtinguda en el punt **(3) representa el 40%**.

És **condició imprescindible** per a superar l'assignatura obtenir una **nota mínima de 5** en els apartats 1 i 3 anteriors.

L'avaluació es fa de la següent manera:

#### 1. Coneixements adquirits i capacitat de resolució de problemes (50%):

a) L'assignatura es divideix en tres blocs. Els coneixements adquirits i la capacitat de resolució de problemes s'avaluen mitjançant una prova parcial per bloc. Per a superar aquesta part és necessari obtenir una nota igual o superior a 4 en cadascuna de les 3 proves parcials, i que la mitjana de les qualificacions obtingudes en aquestes 3 proves sigui igual o superior a 5.

b) L'estudiant que no compleixi les condicions de l'apartat 1 i que hagi aprovat les pràctiques (veure punt 3) podrà presentar-se a una prova d'avaluació final de tota la matèria. Si només té una prova parcial amb nota inferior a 4, l'estudiant podrà optar entre presentar-se a tota la matèria o només al bloc corresponent a la prova qualificada amb una nota <4. Si es presenta a un únic bloc l'estudiant haurà de (1) superar el bloc amb una nota mínima de 4 i (2) la mitjana dels 3 blocs haurà de ser superior o igual a 5.

#### 2. Exercicis setmanals amb correcció automàtica (10%)

El treball continuat de l'estudiant s'avalua en base als lliuraments realitzats en dates pre-establertes i els tests realitzats a classe.

### **3. Capacitat d'aplicar els coneixements adquirits (pràctiques, 40%):**

La capacitat d'aplicar els coneixements al disseny de circuits digitals a través de les activitats desenvolupades en les sessions de laboratori s'avalua valorant el treball preparatori previ a les sessions de laboratori i el treball que es desenvolupa al mateix laboratori. És condició imprescindible per a superar l'assignatura obtenir una nota mínima de 5 a les pràctiques.

#### ***b) Programació d'activitats d'avaluació***

Les dates d'avaluació continuada i lliurament de treballs es publicaran al campus virtual i poden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà al campus virtual sobre aquests possibles canvis ja que aquesta és la plataforma d'intercanvi d'informació entre professors i estudiants.

#### ***c) Procediment de revisió de les qualificacions***

Juntament amb la publicació de les notes al CV s'indicaran les dates en les que l'estudiant podrà revisar les proves, comentar la nota amb el professor i repassar les qualificacions de les diferents activitats d'avaluació. En aquest context es podran fer reclamacions sobre la nota final que seran avaluades pel professor responsable. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió (de cada parcial), el professor NO revisarà posteriorment aquestes proves.

#### ***d) Qualificacions especials***

En cas de no superar l'assignatura degut a que alguna de les activitats d'avaluació no arriba a la nota mínima requerida, la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 4.5 i la mitjana ponderada de les notes.

S'atorgarà la qualificació de "No Avaluable" als estudiants que no participin en cap de les activitats d'avaluació.

Si l'estudiant ha comès irregularitats en un acte d'avaluació (i per tant no és possible l'aprovat per compensació) la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 3.0 i la mitjana ponderada de les notes.

Matrícules d'honor. La normativa UAB indica que les MH només es PODEN atorgar a estudiants que hagin obtingut una qualificació final igual o superior a 9. Cada assignatura pot atorgar fins a un 5% del total d'estudiants matriculats.

#### ***e) Irregularitats per part de l'estudiant, 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 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'estudiant 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.

#### **f) Avaluació dels estudiants repetidors**

Els estudiants que hagin fet i aprovat les pràctiques en el cursanterior hauran de triar entre les següents possibilitats:

- no fer les pràctiques: en aquest cas la qualificació de les mateixes serà de 5 independentment de la qualificació del curs anterior;
- tornar a fer les pràctiques

A l'inici de curs els estudiants repetidors hauran de contactar amb el professor responsable de pràctiques per indicar quina opció trien (convalidar amb nota mínima o tornar a fer les pràctiques).

**Campus Virtual (CV).** El CV és el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professor i estudiants.

### **Activitats d'avaluació**

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
3 proves parcials i/o prova final	50%	8	0,32	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12
Lliurament de problemes	10%	8	0,32	5, 6, 7, 8, 9
Pràctiques	40%	0	0	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12

### **Bibliografia**

1. Curs MOOC de Coursera: <https://www.coursera.org/learn/sistemas-digitales/home/welcome>
2. Fundamentos de Sistemas Digitales. T.L. Floyd. Ed. Prentice Hall. 9ª Edición ISBN: 8483220857
3. Introducción a la Informática. A. Prieto, A. Lloris, JC. Torres. 4ª Edició. Ed. Mc Graw Hill
4. Desenvolupament del microprocessador LittleProc: des de la primera porta lògica fins a una plataforma reconfigurable. J. Saiz, A. Portero; R. Aragonès. Materials 234 del Servei de Publicacions de la UAB; ISBN (format paper): 978-84-490-2700-0; ISBN (ebook): 978-84-490-26
5. Digital Systems: From Logic Gates to Processors. Deschamps JP, Valderrama E, Terés L. Springer 1007. ISBN 978-3-319-41198-9.