

## Disseny de Circuits Integrats I

Codi	Tipus	Curs/Semestre	Crèdits
20379	Optativa Semestral	4t / 1r	5

## Objectius

---

### Competències específiques

#### Coneixements

L'objectiu d'aquest curs és introduir a l'alumne en el món del disseny dels ASICs (*Application Specific Integrated Circuits*), fent especial èmfasi en els ASICs digitals. S'estudia la metodologia de disseny dels CIs, els diferents estils de disseny (*full-custom, standard-cells, gate-arrays*, matrius de cel·les programables, etc.), les eines CAD (*Computer Aided Design*) disponibles, els encapsulats i, en general, la forma d'encarar el disseny d'un circuit integrat de complexitat mitja/alta. A nivell de coneixements aquest objectiu es concreten en:

- Conèixer les tècniques de fabricació de circuits integrats, des de els processos en sala blanca fins a l'encapsulat i test del xips resultant.
- Comprendre les virtuts i els límits del circuits integrats. Què es pot fer i què no es pot fer?. A quines velocitats i capacitats de procés poden o no poden arribar?. Comprendre el concepte d'ASIC vs. els circuits integrats estàndard.
- Conèixer les diferents aproximacions al disseny i test de CIs (estils de disseny). Comprendre el concepte de llibreria.
- Conèixer el flux de disseny d'ASICs digitals.
- Conèixer els encapsulats possibles i les tècniques més avançades dels MCMs.
- Comprendre la necessitat, la complexitat i la importància del test del CIs
- Conèixer algunes de les aplicacions actuals del CIs i les possibilitats futures dels sistemes basats en la microelectrònica, els microsistemes i els nanodispositius.

#### Habilitats

- Treballar amb eines CAD de disseny de CIs. Treballar amb les eines de Cadence (paquet complet d'eines CAD d'ús industrial).
- Dissenyar CIs d'aplicació específica amb cel·les de biblioteca.

### Competències genèriques

- Capacitat d'anàlisi i síntesi. Raonament crític.
- Resolució de problemes.
- Capacitat d'organització i planificació
- Aprenentatge autònom.

## Capacitats prèvies

Bon coneixement de les tècniques de disseny de circuits i sistemes digitals explicades en les assignatures de Fonaments de computadors i Disseny de sistemes digitals.

## Continguts

<b>0. Presentació de l'assignatura</b>	
Presentació de l'assignatura i el seu desenvolupament al llarg del curs.	
<b>1. Conceptes bàsics</b>	
Els transistors NMOS i PMOS. L'inversor CMOS: estructura, temps de resposta, marges de soroll, consum, geometria (layout).	
<b>2. Tecnologia microelectrònica</b>	
Processos tecnològics bàsics. El procés CMOS. Regles de disseny. El transistor MOS i els paràmetres tecnològics.	
<b>3. Electrònica de les portes lògiques i els elements de memòria</b>	
Lògica regenerativa: Implementació de las portes bàsiques (NAND, NOR, XOR, NXOR) en lògica CMOS- complementaria, pseudo-NMOS y lògiques dinàmiques. Lògica no-regenerativa: Implementació de portes de pas y multiplexors. Elements de memòria: Implementació de <i>flip-flops</i> , <i>latchos</i> y registres de desplaçament. Metaestabilitat.	
<b>4. Estils de disseny i costs associats</b>	
Estils de disseny clàssics: <i>Full-custom</i> , <i>standard-cells</i> , <i>gate-arrays</i> . Avantatges i inconvenients de cadascun d'ells. Cost associat a cada estil de disseny. Altres estils de disseny: <i>Cell-based</i> , <i>Sea-of-Gates</i> , etc.	
<b>5. Flux de disseny</b>	
Característiques del disseny de circuits integrats d'aplicació específica (ASICs). Flux de disseny, fabricació i test del ASIC. Introducció als llenguatges de descripció hardware.	

<b>6. Eines d'ajuda al disseny de CIs</b>	
<p>Llibreries de cel·les: Llibreria de cel·les bàsiques; cel·les programables, pads de E/S, IPs. Eines de verificació dinàmica (simuladors). Eines de síntesi. Eines de verificació estàtica.</p>	
<b>7. Bones pràctiques de disseny</b>	
<p>Sincronització. Inicialització del circuit. Tri-states interns y buses. Velocitat del circuit. Consum. PLAs i memòries</p>	
<b>8. Encapsulat (packaging)</b>	
<p>Materials. Tipus d'encapsulats (d'inserció, muntatge superficial, DIL, LCCs, ...). El connexionat. Unió directa a placa, híbrids.</p>	
<b>9. Test de CIs digitals</b>	
<p>Conceptes basics. Maquines de test. Integració disseny-test. Generació de vectors de test: Models de fallades; reducció de fallades; definició de vectors de test. Simuladors de fallades.</p>	
<b>10. Disseny per a la testabilitat (DFT)</b>	
<p>Tècniques scan-path. <i>Built-In-Self-Test</i> (BIST). El LFSR. BILBO.</p>	
<b>PRÀCTIQUES</b>	
<p>Desenvolupament complet d'un ASIC de senzill, completant les principals fases de disseny.</p>	
<b>Assistència a conferències</b>	
<p>Obligatòria l'assistència a un mínim de 3 conferències (de 6 programades) sobre les aplicacions actuals i futures dels circuits integrats, dels microsystemes i de les tecnologies convergents.</p>	
<b>Preparació de l'avaluació final i del portfoli de pràctiques</b>	

Inclou la preparació de l'avaluació final de l'assignatura i l'examen.

## Metodologia docent

---

Aquest curs s'imparteix en règim de semi-presencialitat, mitjançant les facilitats que ofereix el Campus Virtual de la UAB. Per a cada tema s'ha dissenyat un material específic que inclou text, problemes/qüestions a resoldre, lectures addicionals recomanades i, en algun cas, treballs pràctics a realitzar. Les qüestions s'introdueixen en el fòrum de l'assignatura, on els alumnes les contesten i poden consultar les respostes dels seus companys i del professor. Cada setmana el professor defineix el treball a realitzar durant la mateixa; com norma general es deixen 2 dies per llegir els apunts i, al tercer dia, s'entren els exercicis i/o les qüestions en el fòrum per a la seva discussió. Els treballs pràctics han d'enviar-se al professor en les dates previstes que s'indiquen en l'agenda del curs. Una vegada corregits el professor podrà suggerir a cada alumne particularment la realització de tasques addicionals depenent de l'avaluació del treball presentat.

El curs està organitzat de manera que sigui possible seguir-lo fins i tot si no es pot assistir a les 2 hores setmanals (en terme mitjà) de classe presencial, encara que aquesta opció requereix un esforç extra per part de l'alumne.

Les classes presencials no responen a les idees clàssiques de classes de teoria o classes de problemes. En les hores presencials NO s'expliquen els temes del curs d'una manera convencional; es considera que els temes estan prou desenvolupats en els apunts de l'assignatura i en les lectures addicionals recomanades. Durant les classes presencials el professor (1) retorna els problemes lliurats pels alumnes i ja corregits; comenta els errors més freqüents que ha trobat durant la correcció i contesta a les qüestions més particulars dels alumnes sobre els seus lliuraments; i (2) fa una presentació del tema a estudiar la setmana següent, explicant la importància d'aquest tema en el context del curs, les idees fonamentals a les quals l'alumne haurà de prestar especial atenció quan llegeixi el capítol corresponent i l'objectiu dels problemes que l'alumne haurà de resoldre i lliurar relacionats amb aquest tema.

### Pràctiques

Les pràctiques es realitzen en règim de presencialitat total, en el Laboratori de Microelectrònica del departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics. Consisteixen en el desenvolupament complet d'un ASIC de grandària reduïda, passant per totes les fases de disseny del mateix.

Les 15 hores de pràctiques es reparteixen en 5 sessions de 3 hores. S'ha programat, addicionalment, una sessió extra de recuperació en cas necessari. Els horaris per als grups de pràctiques de DCIs I es troben al fitxer "agenda".

## Conferències

Conscients de la importància no només d'ensenyar una matèria sinó també de donar a l'alumne una visió de l'estat actual de la mateixa i del seu previsible desenvolupament futur, s'han organitzat una sèrie de 6 conferències. L'alumne ha de assistir obligatòriament a un mínim de 3 d'elles.

La llista de conferències es publicarà al mes de setembre al campus virtual.

## Avaluació

1a convocatòria (febrer/juny)		2a convocatòria (juliol/setembre)
Avaluació en grups	Avaluació individual	
<p><b><u>Lliurament de exercicis</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lliurament mitjançant el campus virtual, en grups de 2 alumnes.</li> <li>Representa un 20% de la nota final.</li> </ul> <p><b><u>Pràctiques de laboratori</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En grups de 2 alumnes.</li> <li>Representa el 30% de la nota final.</li> <li>És obligatori obtenir una qualificació mínima de 4,5 per a poder fer promig amb la resta de notes.</li> </ul>	<p><b><u>Prova escrita</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examen final de l'assignatura de 2 hores de duració. Representa el 50% de la nota final.</li> <li>És obligatori obtenir una qualificació mínima de 4,5 per a poder fer promig amb la resta de notes.</li> </ul> <p><b><u>Conferències</u></b></p> <p>És obligatòria l'assistència a un mínim de 3 conferències de les 6 programades per a aprovar la assignatura.</p> <p>Si l'alumne no fa la prova escrita rep la qualificació de NO PRESENTAT</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Només es pot recuperar la nota corresponent a la prova escrita. Té una durada de 2 hores.</li> <li>Representa el 50% de la nota final.</li> <li>És obligatori obtenir una qualificació mínima de 4,5 per a poder fer promig amb la resta de notes.</li> <li>Les pràctiques no es poden recuperar i per tant, si es van qualificar amb menys de 4,5, es impossibilita aprovar l'assignatura en 2a convocatòria.</li> <li>Si no s'ha assistit al mínim de 3 conferències no es pot aprovar l'assignatura.</li> </ul> <p>Si l'alumne no fa la prova escrita rep la qualificació de NO PRESENTAT</p>

## Bibliografia bàsica

- El material del curs inclou uns apunts complets dels temes del mateix
- La resta de la bibliografia es pot consultar en el campus virtual.

## Bibliografia complementària

Consultar el campus virtual.

## **Enllaços**

---

[Campus virtual UAB](https://cv2008.uab.cat/)

<https://cv2008.uab.cat/>