

# **Títol assignatura: Disseny Microelectrònic I**

**Curs:** 2006-2007

**Tipus:** Troncal

**Crèdits:** 6 (3 teòrics + 1,5 problemes + 1,5 pràctiques)

**Tipus de docència:** Presencial

## **Professorat**

Teoria: Professor: A.José Velasco ; Despatx QC-2056 ;  
E-mail: josep.velasco@uab.cat  
Horari de Tutories:

Problemes Professor: ; Despatx: ; E-mail:  
Horari de Tutories:

Pràctiques Professor: ; Despatx: ; E-mail:  
Horari de Tutories:

## **OBJECTIUS FORMATIUS GENERALS**

Anàlisi del transistor MOS. Anàlisi i disseny de circuits digitals bàsics en *Full-Custom*. Processos tecnològics per a la fabricació de circuits integrats. Disseny geomètric. Eines software per al disseny de circuits.

## **RECOMANACIONS SOBRE CONEIXEMENTS PREVIS**

L'assignatura és autocontinguda i , per tant, no és necessari haver cursat altres assignatures prèviament. Ara bé, és convenient tenir coneixements bàsics sobre circuits digitals.

## **TEMARI**

### **1. Concepció de circuits amb transistors MOS a nivell lògic (4+2h)**

Evolució històrica dels circuits integrats. Transistors MOS com a interruptors. Portes bàsiques CMOS. Sistemes de representació de circuits.

### **2. Concepció de circuits amb transistors MOS a nivell elèctric (15+8h)**

#### **El Transistor MOS.**

El transistor MOS com a dispositiu de 2, 3 i 4 terminals. Correspondència entre nivell lògic i nivell elèctric. Models del transistor MOS.

### **Portes bàsiques de la tecnologia CMOS.**

L'inversor MOS. Nivells de tensió i nivells lògics. Temps de transició i propagació. Estimació de capacitats en CMOS. Anàlisi del *worst-case*. Dimensionament de circuits. La porta de pas. Elements de memòria. Paràmetres específics. Consum d'energia.

### **3. Concepció de circuits amb transistors MOS a nivell geomètric (6+4h)**

#### **Relació entre el procés tecnològic i el disseny de CIs**

Etapes de fabricació d'un circuit integrat. Toleràncies del procés: regles de disseny geomètric. Rangs de variació dels paràmetres elèctrics.

#### **Disseny geomètric**

*Layout* simbòlic. Estratègies generals. Aprofitament de la simetria. Comprovació de regles de disseny. Extracció de paràmetres elèctrics.

### **4. Components (6h)**

Estructures d'entrada-sortida (PADs). Circuits de protecció contra ESD i *latch-up*. Cel·les bàsiques en *semi-custom*: *Standard Cells*. *Sea-of-Gates*. *Arrays* lògics programables. Memòries.

## **METODOLOGIA DOCENT**

Les classes teòriques segueixen un esquema clàssic. Els conceptes teòrics es presenten a partir d'una combinació de transparències (que tenen disponibles amb anterioritat a la classe) i d'exercicis i exemples que es resolen a la pissarra. En aquest sentit, no hi ha una separació estricta entre les sessions de teoria i de problemes. La feina a casa és la revisió i estudi de la matèria impartida.

En les sessions de pràctiques es dissenya una cel·la combinacional d'una biblioteca de cel·les estàndard per a Circuits Integrats d'Aplicació Específica (ASIC) de forma completa. El disseny es du a terme en grups de dos alumnes, i el circuit a dissenyar es específic per a cada grup. Per tal d'abordar determinades fases de disseny al laboratori, cal haver completat un estudi teòric que cal presentar abans d'iniciar la sessió. En aquest sentit, són especialment importants l'esquema elèctric, el diagrama de *sticks*, l'anàlisi del pitjor cas (*worst-case*) i el dimensionament dels transistors. Per tal d'agilitzar les sessions pràctiques es demana als estudiants que presentin aquests anàlisis previs amb anterioritat a la sessió pràctica en que s'hauran de fer servir.

Per a la realització de les pràctiques s'utilitza un entorn de disseny industrial per a la concepció de circuits integrats, que es comú amb diverses assignatures de disseny de CIs. El programari s'executa sobre estacions de treball en entorn UNIX. A aquestes estacions de treballs s'accedeix a través d'un estàndard *X-windows* des del laboratori de microelectrònica (Q5-2006). Les eines CAD utilitzades pertanyen a l'entorn *Design Framework II* de *Cadence*.

Tot el material de l'assignatura disponible en suport informàtic es distribueix a través del campus virtual.

## **AVALUACIÓ**

### **Criteris d'avaluació:**

- Cal aprovar l'examen i les pràctiques.
- Per la nota final es computa un 70% de la nota d'examen i un 30% de la nota de pràctiques.
- L'assistència a les sessions de pràctiques és obligatòria per a aprovar les pràctiques.

**Avaluació continuada:** (si s'escau):

### **Avaluació de les pràctiques:**

L'objectiu de les sessions pràctiques és desenvolupar el procés de disseny *full-custom* i la caracterització completa d'un cel·la combinacional estàndard fixades unes restriccions de disseny comunes a totes les cel·les de la biblioteca on s'ha d'integrar. Conseqüentment, s'avaluarà la consecució de les diferents etapes en el procés de disseny: obtenció de l'esquema elèctric, simulació funcional, dimensionament dels transistors, simulació en les condicions de càrrega màxima, disseny geomètric (*layout*), simulació i caracterització del circuit final. S'avalua el treball previ realitzat per a iniciar cada una de les fases de disseny i la qualitat amb que es completa cada una d'aquestes fases.

Les pràctiques són obligatòries i presencials, atès que el programari que es fa servir només és accessible des dels laboratoris.

L'alternativa d'un examen com a tal no es contempla. En algunes ocasions s'ha optat per fer que un dels grups de pràctiques fos intensiu, per tal de facilitar la realització de les pràctiques a estudiants que per les seves circumstàncies particulars els era difícil assistir a l'horari establert. En cas de ser necessària una alternativa a les pràctiques presencials s'optaria per un treball sobre el procés de disseny. Es tractaria de fer un disseny similar però utilitzant eines alternatives de lliure distribució. Baixaria la qualitat de les pràctiques però es mantindrien els objectius d'aprenentatge.

## **ESTIMACIÓ DE LA DURADA DE LES ACTIVITATS DOCENTS**

Un total de 20 hores per crèdit són suficients per l'estudi de la matèria de l'assignatura i la preparació de les sessions pràctiques, especialment si tenim en compte que la preparació de les sessions pràctiques consisteix a posar en pràctica els conceptes teòrics desenvolupats.

## **BIBLIOGRAFIA RECOMANADA**

### **Bàsica:**

*Fundamentals of IC Digital Integrated Circuits.* J.P. Ujemura. 1988.  
*Atlas of IC technologies: An introduction to VLSI Processes.* W. Mali, 1987.  
*Introducció al Disseny CMOS VLSI.* S. Bota, J.Carrabina, A.Herms. 1997  
*CMOS3 Cell Library.*C.V.Heinbuch.1988.

### **Complementària:**

*Principles of CMOS VLSI design.* N. Weste, K. Eshragian. 1993.  
*Digital Integrated Circuits: A design Perspective.* J.M. Rabaey. 1996.  
*Digital CMOS IC Design.* M. Annaratone. 1986.  
*Introduction to VLSI Design.* E.D. Fabricius. 1990.