

**Dispositius Electrònics**

Codi: 102721

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500895 Enginyeria Electrònica de Telecomunicació	OT	4	0

**Professor/a de contacte**

Nom: Gabriel Abadal Berini

Correu electrònic: gabriel.abadal@uab.cat

**Idiomes dels grups**

Podeu accedir-hi des d'aquest [enllaç](#). Per consultar l'idioma us caldrà introduir el CODI de l'assignatura. Tingueu en compte que la informació és provisional fins a 30 de novembre de 2023.

**Prerequisits**

Conèixer a nivell bàsic:

- a) Teoria de circuits.
- b) Electrostatica bàsica.
- c) Matemàtiques.
- d) Fonaments dels díodes i transistors.
- e) Fonaments dels principis físics dels semiconductors.
- f) Fonaments de simuladors circuitals.

**Objectius**

Els objectius generals d'aquesta assignatura són:

- a) Conèixer els fonaments dels processos microelectrònics bàsics i la seva integració en tecnologia CMOS.
- b) Conèixer les característiques com a dispositiu electrònic del transistor MOS i els seus models SPICE més importants.
- c) Ser capaços de relacionar les característiques elèctriques del transistor MOS amb els paràmetres tecnològics de la tecnologia CMOS corresponent.
- d) Conèixer a grans trets els problemes actuals associats a l'estat de la tecnologia microelectrònica i les principals tendències en la seva evolució.

## Competències

- Actitud personal
- Comunicació
- Dissenyar components i circuits electrònics en base a especificacions
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar les tècniques de simulació per a l'anàlisi de les prestacions.
2. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
3. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
4. Dissenyar dispositius electrònics bàsics, establint la relació amb la tecnologia de fabricació.
5. Gestionar la informació incorporant de manera crítica les innovacions del propi camp professional, i analitzar les tendències de futur.
6. Prendre decisions pròpies.
7. Utilitzar l'anglès com l'idioma de comunicació i de relació professional de referència.
8. Utilitzar models de circuits del comportament elèctric de dispositius electrònics, incloent paràsits i fonts de soroll, i tenint en compte les seves limitacions.

## Continguts

PART I. Processos tecnològics

Introducció: Tecnologia CMOS. Sales blanques. Litografia

Creixement silici

Difusió impureses

Implantació iònica

Oxidació tèrmica. Procés LOCOS

Deposició de capes. Creixement epitaxial

Metal·lització

Gravat

Processos *Back-End*. Damasquinat

PART II. Transistor MOS

Introducció a la física de semiconductors i teoria de bandes

La capacitat MOS. Estructura i estats de polarització

El transistor MOS. Estructura i estats de conducció

Model SPICE LEVEL 1

Model SPICE LEVEL 2

Model SPICE LEVEL 3

LABORATORI

Definició d'un procés tecnològic

Caracterització elèctrica del TMOS

## Metodologia

La formació es basarà en classes magistrals i pràctiques de laboratori i aula.

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 magistrals	24	0,96	1, 3, 4, 5, 8
Problemes a l'aula	12	0,48	1, 3, 4, 6, 8
Pràctiques de laboratori	12	0,48	1, 3, 4, 6, 8
Tipus: Supervisades			
Tutories	5	0,2	2, 3, 5
Tipus: Autònomes			
Estudi	40	1,6	2, 3, 5
Preparació de les pràctiques de laboratori	8	0,32	1, 3, 4, 6, 7, 8
Resolució de problemes	25	1	1, 2, 3, 4, 6, 8

## Avaluació

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

L'assignatura s'avalua a partir de les activitats següents:

- EP1: Examen parcial 1. Examen de la part 1: Processos Tecnològics. Consta d'una secció de teoria i una de problemes. 37.5% de NOTA FINAL.

- EP2: Examen parcial 2. Examen de la part 2: Transistor MOS. Consta d'una secció de teoria i una de problemes. 37.5% de NOTA FINAL.

- LABINF: Informe de pràctiques laboratori. 25% de NOTA FINAL.

La realització de TOTES aquestes activitats habilita l'avaluació continuada sempre i quan la nota mitjana sobre 10 dels 2 exàmens parcials sigui igual o superior a 4.5.

Les activitats recuperables són:

EP1 i EP2, tal i com s'indica a l'apartat c).

Les activitats NO recuperables són:

LABINF.

Per poder avaluar l'activitat LABINF és necessari:

- 1) Assistir a TOTES les sessions de laboratori (caldrà presentar justificants d'absència si és el cas).
- 2) Presentar l'informe dins de termini.

RESUM:

$NOTA\ EXAMEN = NOTA\_EP1 * 0.5 + NOTA\_EP2 * 0.5$

Si  $NOTA\ EXAMEN > 4.5$  aleshores:

$NOTA\ FINAL = NOTA\ EXAMEN * 0.75 + NOTA\ LABINF * 0.25$

Si  $NOTA\ EXAMEN < 4.5$  aleshores:

$NOTA\ FINAL = NOTA\ EXAMEN$

Totes les NOTES de l'expressió anterior es consideren sobre 10.

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

El calendari d'activitats d'avaluació\* es publicarà a través de l'Aula Moodle (CAMPUS VIRTUAL) durant les primeres setmanes del semestre. En tot cas està previst que:

-EP1 tingui lloc a meitat de semestre: darrera setmana dedicada a Part 1 (just abans o després de Setmana Santa).

-EP2 tingui lloc a final de semestre: darrera setmana dedicada a Part 2 (just abans del període d'exàmens de recuperació).

-L'informe de les activitats de laboratori, LABINF, es lliurarà no més tard de la data de l'examen de recuperació\*, de la manera que s'indiqui a través de l'Aula Moodle.

\*Els exàmens de recuperació es faran públics a la web de l'Escola d'Enginyeria (apartat exàmens).

### **c) Procés de recuperació**

D'acord amb la normativa UAB, l'estudiant només es pot presentar a la recuperació sempre que s'hagi presentat a un conjunt d'activitats que representin un mínim de dues tercers parts de la qualificació total de l'assignatura. En el cas d'aquesta assignatura, aquesta condició necessària només es satisfà si l'estudiant s'ha presentat als dos exàmens parcials.

Les úniques activitats d'avaluació recuperables són els exàmens parcials EP1 i EP2, a través d'un EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓ/MILLORA.

Aquest EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓ/MILLORA consta de 2 parts independents corresponents a la Part 1 (Processos Tecnològics) i Part 2 (Transistor MOS), cadascuna d'elles amb les seves seccions de teoria i de problemes (idèntic format al d'exàmens parcials), de tal manera que permet recuperar/millorar la nota d'una única part o de les dues parts de l'assignatura. Així, la nota de cada part,  $NOTA\_FINAL1$  i

NOTA\_FINAL2, substitueix la nota del parcial corresponent, NOTA\_EP1 i NOTA\_EP2, sempre que la primera superi la segona.

Per tant, l'EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓ/MILLORA, com el seu nom indica, MAI dona lloc a una nota d'examen de l'assignatura inferior a l'obtinguda per parcials.

RESUM:

$$\text{NOTA EXAMEN} = \text{MAX}(\text{NOTA\_EP1} ; \text{NOTA\_FINAL1}) * 0.5 + \text{MAX}(\text{NOTA\_EP2} ; \text{NOTA\_FINAL2}) * 0.5$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} > 4.5$  aleshores:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{NOTA EXAMEN} * 0.75 + \text{NOTA LABINF} * 0.25$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} < 4.5$  aleshores:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{NOTA EXAMEN}$$

Totes les NOTES de l'expressió anterior es consideren sobre 10.

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

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà (a través de Campus Virtual) lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seran avaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

#### **e)** Qualificacions

Un estudiant es considerarà No Avaluable (NA) si es compleix una de les dues condicions següents:

a) No s'ha presentat a algun dels dos exàmens parcials EP1 i EP2.

b) No ha presentat l'informe de laboratori LABINF.

D'altra banda, seguint normativa UAB, entre aquells alumnes que superin la qualificació final de 9.0, es podran atorgar un màxim de Matrícules d'Honor (MH) igual al 5% (arrodonint per excés) dels estudiants matriculats. En el cas que el nombre d'estudiants matriculats sigui inferior a 20, es podrà atorgar 1 MH.

#### **f)** Irregularitats per part de l'estudiant, còpia i plagi

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, la còpia, el plagi, l'engany, deixar copiar, etc. en qualsevol de les activitats d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero.

#### **g)** Avaluació dels estudiants repetidors

A partir de la segona matrícula, l'alumne pot optar per convalidar la nota de laboratori (NOTA LABINF) de cursos anteriors. En aquest cas, NO cal comunicar-ho prèviament al professor responsable de l'assignatura.

## **Activitats d'avaluació continuada**

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen	75%	6	0,24	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

## Bibliografia

### Bibliografia PART 1. Processos tecnològics

"Circuits i dispositius electrònics, fonaments d'electrònica". Lluís Prat *et al.* Edicions UPC

"Fundamentals of semiconductor fabrication", Gary S. May, Simon M. Sze . New York : Wiley, cop. 2004. ISBN: 0471232793.

"Semiconductor devices : physics and Technology", S. M. Sze. 2nd ed. New York : Wiley, cop. 2002. ISBN: 0471333727.

### Bibliografia PART 2. Transistor CMOS

"CMOS, circuit design, layout and simulation". R. Jacob Baker. Ed Wiley, 2010

"CMOS analog circuit design". Phillip E. Allen. Ed Oxford, 2002

"Principles of CMOS VLSI design". Neil H.E. Weste. Ed Adison, 1994

"Semiconductor fundamentals", Robert F. Pierret. Addison-Wesley 2<sup>nd</sup> ed. 1988. ISBN: 0201122952.

"Field effect devices", Robert F. Pierret. Addison-Wesley 2<sup>nd</sup> ed. 1990. ISBN: 0201122987.

"Semiconductor device modeling with SPICE", Giuseppe Massobrio and Paolo Antognetti, McGraw-Hill 2<sup>nd</sup> ed. 1993. ISBN: 0070024693.

## Programari

PSpice

ICECREM