

## 330246 - MIC - Microelectrònica

Unitat responsable: 330 - EPSEM - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa  
Unitat que imparteix: 750 - EMIT - Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES TIC (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Anglès

### Professorat

Responsable: FRANCESC XAVIER MONCUNILL GENIZ

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. El coneixement i la comprensió de l'estructura dels circuits integrats, incloent la identificació dels elements que els componen i la seva interacció, amb èmfasi en els dispositius i blocs més habituals en circuits analògics i digitals.
2. La capacitat d'emprar les eines CAD de disseny i verificació de circuits integrats.
3. La capacitat per analitzar, seleccionar i utilitzar sistemes de tractament de dades, control i automatització en temps real, especialment en sistemes encastats.
4. La capacitat per especificar, programar i utilitzar dispositius encastats amb connectivitat global.
5. La capacitat per especificar, analitzar, dissenyar, desenvolupar, avaluar, documentar i posar en marxa sistemes que incorporen subsistemes electrònics, informàtics i de comunicacions.
6. La capacitat per comprendre i utilitzar sistemes concebuts per realitzar una determinada tasca en funció dels estímuls captats del seu entorn, incloent els sistemes robotitzats.

#### Transversals:

7. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
8. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
9. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
10. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

## 330246 - MIC - Microelectrònica

### Metodologies docents

L'assignatura consta d'activitats presencials consistents en 2 hores setmanals de classes magistrals i participatives a l'aula i 2 hores setmanals al laboratori.

A les classes magistrals i participatives a l'aula es presenten els continguts de l'assignatura i es facilita la interacció entre estudiants i professor. També es proposen activitats de treball personal individual/en grup que han de contribuir a la comprensió de la matèria.

A les classes de laboratori s'estudiaran amb detall alguns circuits d'especial interès i es realitzarà un disseny proposat pel professor. El professor estarà disponible per resoldre dubtes i ajudar a planificar adequadament el disseny, una part del qual es realitzarà fora de l'aula.

Una part de les activitats es realitzarà en anglès, incloent algunes de les classes magistrals i de laboratori. Bona part del material de suport serà en anglès.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En acabar l'assignatura de Microelectrònica l'estudiant/estudianta:

- . Tindrà nocions bàsiques sobre materials semiconductors i les seves propietats.
- . Coneixerà els principis de funcionament dels principals dispositius i blocs que formen part dels circuits integrats.
- . Estarà capacitat/da per dissenyar circuits integrats digitals i analògics senzills, des del nivell d'esquema fins a la disposició monolítica (layout).
- . Coneixerà les principals tècniques de disseny, fabricació i verificació de circuits microelectrònics.
- . Coneixerà la terminologia tècnico-científica en anglès relativa a la microelectrònica.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	20.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

## 330246 - MIC - Microelectrònica

### Continguts

<p><b>1. INTRODUCCIÓ ALS CIRCUITS INTEGRATS I LA MICROELECTRÒNICA</b></p>	<p>Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 6h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: En aquest tema es presenta una perspectiva històrica i de l'estat de l'art actual de la microelectrònica. També es fa una introducció als materials semiconductors i a les seves propietats fonamentals:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Estructura cristal·lina i portadors de corrent.</li> <li>· Model de bandes d'energia en un semiconductor.</li> <li>· Semiconductor intrínsec i extrínsec P i N.</li> <li>· Generació i recombinació de portadors. Corrents de difusió i arrossegament.</li> <li>· La junció PN.</li> </ul> <p>Activitats vinculades: A1, A3, A4.</p>	
<p><b>2 TECNOLOGIA DE FABRICACIÓ DE CIRCUITS INTEGRATS</b></p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: En aquest tema es presenten els processos i les principals tècniques de fabricació de circuits integrats, incloent:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Oxidació, fotolitografia, gravat, difusió, implantació iònica, deposició de capes, metal·lització, epitaxi, encapsulament.</li> <li>· Processos de fabricació CMOS i bipolar.</li> <li>· Verificació i test: test paramètric, modelatge i simulació de fallides, disseny per a verificabilitat.</li> <li>· Protecció contra descàrrega electrostàtica (ESD).</li> </ul> <p>Seguidament es descriuen els principals tipus de circuit integrat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Circuits monolítics i híbrids, dispositius programables (CPLD i FPGA), circuits integrats de propòsit general, d'aplicació específica (ASIC) i productes estàndard (ASSP), sistemes en un sol xip (SoC).</li> </ul> <p>També es presenten diversos dissenys realitzats pel Grup de Recerca en Circuits i Sistemes de Comunicació (CIRCUIT) de la Universitat Politècnica de Catalunya.</p> <p>Adicionalment, està prevista la visita a un centre de recerca en tecnologies, dispositius i circuits integrats, com per exemple l'Institut de Microelectrònica de Barcelona (Centre Nacional de Microelectrònica).</p> <p>Activitats vinculades: Totes.</p>	

## 330246 - MIC - Microelectrònica

<h3>3 DISPOSITIUS ACTIUS I PASSIUS EN CIRCUITS INTEGRATS</h3>	<p>Dedicació: 35h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció:</p> <p>En aquest tema es presenten els principals dispositius utilitzats en circuits integrats, en concret:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. El transistor MOS: estructura física, corbes característiques, zones de funcionament, models. Anàlisi de circuits amb transistors MOS. Aplicacions. Tecnologia CMOS.</li> <li>. El transistor bipolar: estructura física, corbes característiques, zones de funcionament, models. Anàlisi de circuits amb transistors bipolars. Aplicacions.</li> <li>. Comparativa entre tecnologies CMOS, bipolar i BiCMOS.</li> <li>. Elements passius integrats: resistències, condensadors, inductors, díodes.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <p>Totes</p>	
<h3>4 CIRCUITS INTEGRATS DIGITALS</h3>	<p>Dedicació: 55h</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup petit/Laboratori: 14h Aprentatge autònom: 33h</p>
<p>Descripció:</p> <p>En aquest tema es presenten blocs bàsics utilitzats en circuits integrats digitals, i les seves propietats:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Portes lògiques CMOS: inversor, NAND i NOR.</li> <li>. Funcions lògiques complexes: anàlisi i disseny.</li> <li>. Resposta dinàmica de la tecnologia CMOS. Fan-in i fan-out. Consum de potència.</li> <li>. Transistors de pas, portes de transmissió.</li> <li>. Biestables (flip-flops). Memòries.</li> <li>. Memòries flash. Transistor de porta flotant. Topologies NOR i NAND. Cel·les d'un sol nivell i multinivell.</li> </ul> <p>Adicionalment, es presenta el procés de síntesi de circuits digitals mitjançant cel·les estàndard, des de la descripció en llenguatge VHDL fins a la disposició monolítica (layout).</p> <p>Activitats vinculades:</p> <p>Totes.</p>	

## 330246 - MIC - Microelectrònica

### 5 CIRCUITS INTEGRATS ANALÒGICS

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprentatge autònom: 15h

#### Descripció:

En aquest tema es presenten blocs bàsics utilitzats en circuits integrats analògics, i les seves propietats:

- Models de petit senyal dels transistors MOS i bipolar.
- Amplificadors.
- Càrregues actives.
- Fonts de corrent.
- Referències de tensió.

#### Activitats vinculades:

Totes.

## 330246 - MIC - Microelectrònica

### Planificació d'activitats

<b>TÍTOL DE L'ACTIVITAT 1: CLASSES MAGISTRALS I PARTICIPATIVES</b>	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 25h
<p><b>Descripció:</b> A les classes es desenvoluparan els aspectes teòrics de l'assignatura. Aquestes permetran la interacció entre l'estudiantat i el professor.</p> <p><b>Material de suport:</b> Material docent publicat. Bibliografia recomanada.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Ocasionalment es realitzaran activitats avaluables, que contribuirà en una part proporcional a la qualificació.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Tots els de l'assignatura.</p>	
<b>TÍTOL DE L'ACTIVITAT 2: PRACTIQUES DE LABORATORI</b>	Dedicació: 70h Grup petit/Laboratori: 30h Aprenentatge autònom: 40h
<p><b>Descripció:</b> Es realitzaran 5 pràctiques de laboratori, on es posaran en pràctica part dels coneixements explicats a les sessions de teoria. Les sessions presencials es realitzaran al laboratori durant dues hores setmanals, en grups. Els alumnes disposaran d'informació publicada en el format adequat. Al laboratori es disposarà d'un ordinador amb el programari necessari per poder dur a terme el treball proposat.</p> <p><b>Material de suport:</b> Equips i instrumentació electrònics, ordinador amb programari adequat. Documentació i informació de suport per a la realització del treball.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Periòdicament els estudiants lliuraran documentació amb els objectius del treball que es desenvoluparà. L'avaluació tindrà en compte tota la documentació, així com la presentació i una valoració del treball dut a terme regularment.</p> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Edició i simulació de circuits integrats als nivells d'esquema i de layout mitjançant Ngspice i Magic VLSI Layout Tool.</li> <li>. Anàlisi de l'inversor CMOS als nivells d'esquema i de layout.</li> <li>. Disseny i verificació d'una porta lògica CMOS complexa als nivells d'esquema i de layout.</li> <li>. Alternativament, disseny i verificació d'un amplificador analògic als nivells d'esquema i de layout.</li> <li>. Síntesi d'un circuit digital partint de la seva descripció en llenguatge VHDL.</li> </ul>	
<b>TÍTOL DE L'ACTIVITAT 3: TREBALL PERSONAL INDIVIDUAL/EN GRUP</b>	Dedicació: 35h Aprenentatge autònom: 35h
<p><b>Descripció:</b> L'estudiant ha de desenvolupar determinades activitats de forma personal per tal d'assolir els objectius de l'assignatura.</p>	

## 330246 - MIC - Microelectrònica

**Material de suport:**

Material docent publicat.

Bibliografia recomanada.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

El treball personal individual / en grup es traduirà, en part, en la realització d'exercicis durant el curs. La qualificació d'aquests exercicis contribuirà a l'avaluació de l'assignatura com es descriu més endavant.

**Objectius específics:**

Tots els de l'assignatura.

### TÍTOL DE L'ACTIVITAT 4: EXÀMENS

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 5h

Aprenentatge autònom: 15h

**Descripció:**

Durant el curs es realitzarà una prova de control individual. Acabat el curs es realitzarà una prova final globalitzadora dels coneixements adquirits.

**Material de suport:**

Enunciats de les proves.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

La qualificació de les proves contribuirà a l'avaluació de l'assignatura com es descriu més endavant.

**Objectius específics:**

Tots els de l'assignatura.

## 330246 - MIC - Microelectrònica

### Sistema de qualificació

La qualificació final de l'assignatura s'obté de la següent forma:

- 50%: Pràctiques de laboratori i treball personal i en equip (Activitats 2 i 3)
- 50% Proves (Activitat 4)

Nota. Quan els resultats de l'avaluació d'activitats individuals siguin substancialment inferiors als obtinguts en activitats de grup, es podrà exigir l'execució de forma individual d'activitats similars a les realitzades en grup. La qualificació de les darreres substituirà les originals.

Reavaluació:

Poden accedir al procés de reavaluació els alumnes que hagin obtingut la qualificació de 'suspens' en el període ordinari d'avaluació.

No poden accedir al procés de reavaluació aquells alumnes que tinguin un 'no presentat' o hagin aprovat l'assignatura en el període ordinari d'avaluació.

El resultat de la reavaluació és una qualificació que substitueix la nota obtinguda en el procés ordinari d'avaluació, que és superior a aquesta i, en qualsevol cas, serà com a màxim un 'aprovat' 5.

Si RR és el resultat del procés de reavaluació i NER és la nota de l'examen de reavaluació, aleshores:

$$RR = \text{mínim} \{5,50\% * \text{Activitats 2 i 3} + 50\% \text{ NER}\}$$

### Normes de realització de les activitats

Aquelles activitats que siguin declarades explícitament com a individuals, siguin de natura presencial o no, es realitzaran sense cap col·laboració per part d'altres persones.

Les dates, formats i altres condicions de lliurament que s'estableixin seran d'obligat compliment.

### Bibliografia

Bàsica:

Baker, R. J. CMOS circuit design, layout, and simulation. 4th ed. Hoboken: IEEE Press, 2019. ISBN 9781119481515.

Castañer, L.; Jiménez, V.; Bardés, D. Fundamentos de diseño microelectrónico [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 04/03/2014]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36783>>. ISBN 9788483016138.

Altres recursos:

- Material docent publicat a l'OpenCourseWare de l'assignatura.
- Eines CAD i material de suport disponibles a <http://opencircuitdesign.com>.