



## Guia docent 230471 - ELF - Electrònica Física

Última modificació: 04/05/2020

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA FÍSICA (Pla 2011). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2020

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Castellà, Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** VOZ SANCHEZ, CRISTOBAL

**Altres:** ORTEGA VILLASCLARAS, PABLO RAFAEL

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

1. Comprensió dels principis físics dels semiconductors. Coneixement dels dispositius microelectrònics i les seves aplicacions en nanotecnologia, biofísica, fotònica i comunicacions. Aptitud per analitzar el funcionament de dispositius electrònics i circuits integrats.

#### Genèriques:

5. EXPERIMENTALITAT I CONEIXEMENT D'EINES I INSTRUMENTS. Capacitat per desenvolupar-se còmodament en un entorn de laboratori de l'àmbit de l'enginyeria física. Capacitat per a operar instruments i eines pròpies de l'enginyeria física i interpretar els seus manuals i especificacions. Capacitat d'avaluar els errors i les limitacions associats a les mesures i resultats de simulacions.

4. CAPACITAT PER IDENTIFICAR, FORMULAR I RESOLDRE PROBLEMES D'ENGINYERIA FÍSICA. Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria física amb iniciativa, presa de decisions i creativitat. Desenvolupar mètodes d'anàlisi i solució de problemes de forma sistemàtica i creativa.

#### Transversals:

1. 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.

2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.

3. 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.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Les cinc hores de classe setmanals es distribueixen en tres sessions teòriques i dues de problemes.

### OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Entendre el funcionament del dispositius semiconductors.

Coneixer els principis bàsics i ser capaç d'analitzar quantitativament el seu funcionament.

Tenir les eines que permetin entendre el funcionament dels dispositius futurs.



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	65,0	43.33
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1. Física de semiconductors

#### Descripció:

- 1.1. Bandes d'energia. Portadors de càrrega: electrons i forats. Semiconductors directes i indirectes. Massa efectiva dels portadors.
- 1.2. Concentració d'electrons i forats. Densitat d'estats efectiva. Nivell de Fermi.
- 1.3. Semiconductors intrínsecs i extrínsecs. Impureses acceptores i donadores. Equació de neutralitat elèctrica. Estadística d'ocupació.
- 1.4. Mecanismes de transport de càrrega. Corrent d'arrossegament. Mobilitat de portadors. Corrent de difusió. Relacions d'Einstein.
- 1.5. Generació i recombinació de portadors. Temps de vida. Quasi-nivells de Fermi.
- 1.6. Equació de continuïtat. Injecció de portadors. Longitud de difusió.

**Dedicació:** 37h 30m

Classes teòriques: 9h 45m

Classes pràctiques: 6h

Treball autònom (no presencial): 21h

Activitats dirigides: 0h 45m

### 2. Diode d'unio PN

#### Descripció:

- 2.1. L'unio pn abrupte. Balanç electrostatic. Zona de càrrega d'espai. Tensió de construcció.
- 2.2. L'unio PN polaritzada. Característica corrent-tensió del diode ideal.
- 2-3. Característiques del diode real. Generació i recombinació a la zona de càrrega d'espai. Ruptura. Diode zener.
- 2.4. Resistència dinàmica del diode. Model de senyal petit.
- 2.5. Unions metall-semiconductor. Contacte òhmic i diode Schottky.
- 2.6. Introducció als dispositius optoelectrònics devices: LED, làser diode, fotodiode i cel·les solars.

**Dedicació:** 37h 30m

Classes teòriques: 9h 45m

Classes pràctiques: 6h

Treball autònom (no presencial): 21h

Activitats dirigides: 0h 45m



### 3. Transistor d'efecte de camp

#### Descripció:

- 3.1. Classificació dels transistors d'efecte de camp. El transistor MOSFET.
- 3.2. Anàlisi electrostàtic de l'estructura MOS. Tensió de flat-band i tensió llindar. Capacitat MOS.
- 3.3. Característiques estàtiques del transistor MOSFET.
- 3.4. Modes de funcionament: tall, lineal i saturació.
- 3.5. Efecte substrat. Característiques sub-llindar.
- 3.6. Circuits equivalents. Limitacions en freqüència.
- 3.7. Escalat del MOSFET i efectes d'electrons calents.
- 3.8. Efectes de canal curt.
- 3.9. Exemple d'aplicació digital. Inversor lògic CMOS.

**Dedicació:** 37h 30m

Classes teòriques: 9h 45m

Classes pràctiques: 6h

Classes laboratori: 0h 45m

Pràctiques externes: 21h

### 4. Transistor bipolar d'unió.

#### Descripció:

- 4.1. Estructura del dispositiu. Descripció conceptual de l'efecte transistor.
- 4.2. Característiques estàtiques del transistor bipolar. El model d'Ebers-Moll. Modes de funcionament: tall, saturació, actiu directe i actiu invers.
- 4.3. Paràmetres característics en mode actiu directe: eficiència d'injecció de l'emissor, factor de transport a la base. Guany de corrent.
- 4.4. Efectes no ideals: modulació de l'amplada de la base, alta injecció, tensió de ruptura.
- 4.5. Circuit equivalent de petita senyal. Model híbrid en pi.
- 4.6. Exemple d'aplicació analògica. Circuit amplificador de senyal amb transistor bipolar.

**Dedicació:** 37h 30m

Classes teòriques: 9h 45m

Classes pràctiques: 6h

Classes laboratori: 0h 45m

Pràctiques externes: 21h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació constarà d'un examen final (EF) i un examen parcial a mig quadrimestre (EP).

La qualificació final vindrà donada per  $\max\{EF, 0.6*EF+0.4*EP\}$ .

## BIBLIOGRAFIA

#### Bàsica:

- Neamen, D.A. Semiconductor physics and devices: basic principles. 4th ed. New York: Mc Graw Hill, 2012. ISBN 978007352958-5.
- Sze, S.M.; Lee, M.K. Semiconductor devices: physics and technology. 3rd ed.; int. stud. version. Singapore: John Wiley & Sons Singapore, 2013. ISBN 9780470873670.
- Streetman B.G.; Banerjee, S. Solid state electronic devices. 6th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. ISBN 9780132454797.