



# Guia docent

## 2301203 - PCR - Empaquetat, Caracterització i Fiabilitat

Última modificació: 14/03/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 1022 - UAB - Universitat Autònoma de Barcelona.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SEMICONDUCTORS I DISSENY MICROELECTRÒNIC (Pla 2024).  
(Assignatura optativa).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** Consultar aquí / See here:

**Altres:** Consultar aquí / See here:

### CAPACITATS PRÈVIES

Curs "Instal·lacions i Fabricació de Dispositius Semiconductors".

### METODOLOGIES DOCENTS

La metodologia combinarà classes magistrals dels professors i exercicis pràctics on els estudiants hauran d'aplicar els seus coneixements per resoldre problemes pràctics.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

.Descriure les tècniques bàsiques d'empaquetat de dispositius i circuits i seleccionar la millor opció basant-te en les especificacions i aplicacions.

- Identificar tècniques de caracterització i anàlisi en línia i a nivell d'òbvia per a processos de fabricació i dispositius específics de la nanotecnologia, i descriure'n els fonaments, sent conscient de les seves limitacions.
- Identificar i descriure els fonaments dels mecanismes de fallada/envelliment i variabilitat en nanodispositius. Dissenyar proves accelerades de fiabilitat per a l'estimació de la vida útil en nanoelectrònica.
- Descriure les tècniques d'anàlisi de fallades per a l'avaluació tecnològica i obtenir experiència pràctica.

### HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	18,0	12.00
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	102,0	68.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Bloc 1. Empaquetat de dispositius i circuits

#### Descripció:

- 1.1 Introducció: Necessitat d'empaquetat. Empaquetats de xip únic. Empaquetats comuns. Tipus d'empaquetat de dispositius: THD (Through Hole Device), SMD (Surface Mounted Device), CSP (Chip Scale Packaging).
- 1.2 Materials i tècniques. Preparació de l'oblia i tallat. Fixació del xip. Connexió per fils. Materials: metalls, ceràmiques, polímers, vidres. Comportament tèrmic i desajust tèrmic.
- 1.3 Empaquetat avançat. Connexió de xip "flip chip bump bonding". Tendències actuals en l'empaquetat. Mòduls multicapa (MCM). Circuits híbrids. Sistema en paquet (SIP). Roadmaps de l'empaquetat.
- 1.4 Problemes. Resistència i capacitat paràsita. Crosstalk. Dissipació de potència. Manufacturabilitat. Testabilitat. Fiabilitat. Problema del "Know Good Die". Aleacions sense plom. Electrònica verda i conformitat amb RoHS.

#### Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

### Bloc 2. Caracterització elèctrica de processos i dispositius CMOS

#### Descripció:

2.1 Caracterització del procés de fabricació. Mesures en línia (profilometria, interferometria, el-lipsometria, sonda de 4 punts, ...). Estructures de prova. Perfils de resistivitat mitjançant l'efecte Hall diferencial i la resistència superficial. Mesures de resistència de contacte. Qualificació del procés a partir de les mesures de C-V i corrent (EOT, densitat d'estats interfacials, Cox, tensió de bandes planes, ...).

2.2 Sistemes electrònics de mesura per a la caracterització de processos i dispositius: estacions de sonda per oblia, unitats de mesura i de font, analitzadors de paràmetres de semiconductors, mesuradors C-V... Prestacions i limitacions.

2.3 Avaluació de les prestacions del MOSFET: determinació de paràmetres (tensió llindar, mobilitat, pendent subllindar, ...). Rendiment i variabilitat del procés. Proves i estructures de prova per a l'extracció de paràmetres de models compactes.

2.4 Avaluació de la fiabilitat

2.4.1 Conceptes generals. Qualitat i fiabilitat. Modelització de la fiabilitat. Fiabilitat de sistemes simples. Distribucions estadístiques per a la fiabilitat. Fiabilitat de sistemes complexos.

2.4.2 Proves de fiabilitat. Concepte de prova de fiabilitat. Proves accelerades. Introducció a l'Enginyeria de Predicció de Fiabilitat.

2.4.3 Fiabilitat en micro/nanoelectrònica. Mecanismes de degradació / fallada en MOSFETs: 'Bias Temperature Instabilities', Injecció de portadors calents, Ruptura dielèctrica dependent del temps. Predicció de vida útil. Altres mecanismes de fallada: electromigració i ESD. Impacte de l'escalat CMOS: variabilitat dependent del temps (TDV). Estructures de prova, caracterització estadística i modelització de la TDV. Simulació de fiabilitat de circuits integrats: models compactes per a TDV i Disseny per a la Fiabilitat.

#### Activitats vinculades:

Classes magistrals i treball pràctic.

#### Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 24h



### Bloc 3. Anàlisi de fallades

**Descripció:**

Localització de fallades a la superfície d'un CI. Anàlisi estructural i possibles efectes sobre el seu funcionament. Reconstrucció de la funcionalitat i proposta d'accions que mitiguen / prevenen / resolen possibles fallades.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen final (40%) + Treballs del curs (60%)

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Ulrich, R.K.; Brown, W.D. Advanced electronic packaging. 2nd ed. Wiley-Interscience/IEEE, 2006. ISBN 9780471466093.
- Tummala, R.R.; Rymaszewski, E.J.; Klopfenstein, A.G. Microelectronics packaging handbook. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, 1997. ISBN 0412084317.
- Razeghi, M. Fundamentals of solid state engineering [en línia]. 4th ed. Cham: Springer International Publishing, 2019 [Consulta: 07/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-75708-7>. ISBN 9783319757087.
- Sun, Y.; Li, L.; Tiniakov, D. Reliability engineering. Springer, 2023. ISBN 9789819959778.
- MacPherson, J.W. Reliability physics and engineering: time-to-failure modeling. 3rd ed. Springer, 2019. ISBN 9783319936826.
- Selecting the right SMU. White paper, Keysight Technologies, 2023.
- Strong, A.W. [i 6 més]. Reliability wearout mechanisms in advanced CMOS technologies. Wiley-IEEE Press, 2009. ISBN 9780471731726.
- Semiconductor reliability handbook [en línia]. Rev. 2.50. Renesas Electronics, 2017 [Consulta: 07/06/2024]. Disponible a: <https://www.renesas.com/us/en/document/grl/semiconductor-reliability-handbook>.
- Bazu, M.I.; Bajenescu, T.I. Failure analysis: a practical guide for manufacturers of electronic components and systems [en línia]. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2011 [Consulta: 21/06/2024]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781119990093>. ISBN 9781119990093.