

**Caracterització Elèctrica i Fiabilitat**

Codi: 43431  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
4314939 Nanociència i Nanotecnologia Avançades / Advanced Nanoscience and Nanotechnology	OT	0	A

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Montserrat Nafria Maqueda

Correu electrònic: Montse.Nafria@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

**Prerequisits**

No hi ha requisits previs per als estudiants acceptats en el programa. És aconsellable tenir coneixements en dispositius electrònics i les seves aplicacions.

**Objectius**

Aquest mòdul té per objectiu abordar la caracterització elèctrica en dispositius nanoelectrònics per avaluar les seves prestacions i la seva fiabilitat.

**Competències**

- Dominar la terminologia científica i desenvolupar l'habilitat d'argumentar els resultats de la recerca en el context de la producció científica, per comprendre i interactuar eficaçment amb altres professionals.
- Identificar les tècniques de caracterització i anàlisi pròpies de la nanotecnologia i conèixer-ne els fonaments, dins de l'especialitat pròpia.
- Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
- Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats
- Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit

**Resultats d'aprenentatge**

1. Conèixer els mecanismes de variabilitat i fallada en nanodispositius.
2. Descriure els fonaments i identificar les possibilitats de les tècniques de caracterització elèctrica en la nanoescala.
3. Dissenyar proves accelerades de fiabilitat en nanoelectrònica.
4. Dominar la terminologia científica i desenvolupar l'habilitat d'argumentar els resultats de la recerca en el context de la producció científica, per comprendre i interactuar eficaçment amb altres professionals.

5. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
6. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats
7. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
8. Treballar amb la instrumentació i els mètodes de caracterització a nivell de dispositiu en els dispositius nanoelectrònics.

## Continguts

1.- Dispositius en la nanoescala: nanoelectrònica. Mètodes de caracterització de dispositius. Instrumentació avançada.

2.- Degradació dielèctrica, BTI i hot carriers. Mecanismes de fallada en nanodispositius.

3.- Efectes de la variabilitat en la nanoescala. Variabilitat de procés. Mecanismes de degradació i variabilitat dependent del temps. Modelatge i simulació de la variabilitat en nanodispositius.

4.- Fiabilitat en nanoelectrònica. Fiabilitat i rendiment. Models de fiabilitat i disseny de proves de test. Test accelerats i condicions de test.

5.- Caracterització elèctrica avançada en la nanoescala. Principis de funcionament i aplicació a la nanoelectrònica de les sondes de forces atòmiques per conductivitat (C-AFM), capacitància (SCM) i potencial de contacte (KPFM). Spreading resistance (SSRM). Altres tècniques.

## Metodologia

Els alumnes han d'assistir a les classes magistrals, classes de resolució de problemes / casos / exercicis i aprenentatge basat en problemes, amb participació activa dels alumnes a l'aula. També hauran de realitzar la presentació i defensa de treballs de temes específics de l'àmbit de l'assignatura i altres activitats pràctiques de laboratori.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Activitats pràctiques	8	0,32	1, 2, 3, 4, 5, 8
Classes magistrals	12	0,48	4
Defensa oral i discussió de treballs	6	0,24	4, 6
Resolució de problemes	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6
Tipus: Supervisades			
Tutories	8	0,32	4
Tipus: Autònomes			
Estudi personal, lectura d'articles i informes d'interès	60	2,4	4

## Avaluació

L'avaluació del grau d'adquisició de les competències per part dels estudiants es realitza tenint en compte les activitats indicades a la taula, amb els seus pesos. Per superar l'assignatura cal en conjunt un 5 de promig, sempre que es tingui com a mínim un 3 en cadascuna de les activitats d'avaluació.

Hi ha previst realitzar proves finals teòriques i/o pràctiques per recuperar les parts no superades, sempre que en aquestes es tingui com a mínim un 3.

Per necessitats acadèmiques, i segons el desenvolupament del curs, els procediments d'avaluació podran ser ajustats.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, 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, copiar o deixar copiar una pràctica, treball, o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero, i si és necessari superar-la per aprovar, tota l'assignatura quedarà suspesa. No seran recuperables les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment, i per tant l'assignatura serà suspesa directament sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs acadèmic.

Les dates d'avaluació i lliurament de treballs es publicaran al campus virtual i poden estar subjectes a possibles canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà al campus virtual sobre aquests canvis, ja que s'entén que aquesta és la plataforma habitual d'intercanvi d'informació entre professors i estudiants.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Assistència i participació activa a classe	30%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
Defensa oral dels treballs	30%	0	0	4, 6
Entrega de treballs	40%	0	0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8

## Bibliografia

- Eugene V. Dirote, "Focus on Nanotechnology Research", Nova Publishers, 2004
- Rainer Waser (Ed.), "Nanoelectronics and Information Technology: Advanced Electronic Materials and Novel Devices", Wiley 2006
- J. H. Stathis and S. Zafar, "The negative bias temperature instability in MOS devices: a review", *Microelectronics Reliability*, vol. 46, pp. 270-286, 2006.
- R. Degraeve, M. Aoulaiche, B. Kaczer, Ph. Roussel, T. Kauerauf, S. Sahhaf, G. Groeseneken, "Review of reliability issues in high-k/Metal gate stacks", *International Symposium on the Physical and Failure analysis of Integrated Circuits*, 2008. IPFA 2008.
- W. Wang et. al., "Compact Modeling and Simulation of Circuit Reliability for 65-nm CMOS Technology" *IEEE Transactions on Device and Material Reliability*, 7 pp.509-517, 2007
- T. Grasser, "Bias Temperature Instability for Devices and Circuits", Springer, 2014
- R. Waser, R. Dittmann, G. Staoikoc and K. Szot, "Redox-based resistive switching memories-nanoionic mechanisms, prospects and challenges", *Advanced materials*, vol 21, issue 25-26, pp. 2632-2663, 2009.
- M. Toledano-Luque, B. Kaczer, J. Franco, P.J. Roussel, M. Bina, T. Grasser, M. Cho, P. Weckx, G. Groeseneken, "Degradation of time dependent variability due to interface state generation", *Symposium on VLSI Technology (VLSIT)*, Page(s): T190 - T191, 2013.

- Groeseneken, G. ; Aoulaiche, M. ; Cho, M. ; Franco, J. ; Kaczer, B. ; Kauerauf, T. ; Mitard, J. ; Ragnarsson, L.-A. ; Roussel, P. ; Toledano-Luque, M., "Bias-temperature instability of Si and Si(Ge)-channel sub-1nm EOT p-MOS devices: Challenges and solutions ", 20th IEEE International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits (IPFA), Page(s): 41 - 50, 2013.
- Luo Weichun, Yang Hong, Wang Wenwu, Xu Hao, Ren Shangqing, Tang Bo, Tang Zhaoyun, Xu Jing, Yan Jiang, Zhao Chao, Chen Dapeng, Tianchun Ye, " Channel Hot-Carrier degradation characteristics and trap activities of high-k/metal gate nMOSFETs ", 20th IEEE International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits (IPFA), Page(s): 666 - 669, 2013.
- P. C. Feijoo, T. Kauerauf, M. Toledano-Luque, M. Togo, E. San Andres, G. Groeseneken, "Time-Dependent Dielectric Breakdown on Subnanometer EOT nMOS FinFETs" , IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, Volume: 12 , Issue: 1 , Page(s): 166 - 170, 2012.
- Alvin W. Strong, Ernest Y. Wu, Rolf-Peter Vollertsen, Jordi Sune, Giuseppe La Rosa, Timothy D. Sullivan, Stewart E. Rauch, III, "Reliability Wearout Mechanisms in Advanced CMOS Technologies", 2009, Wiley-IEEE Press
- Yongho Seo and Wonho Jhe, "Atomic force microscopy and spectroscopy", Rep. Prog. Phys. 71, 016101, 2008.
- J. Loos, "The art of SPM: Scanning Probe Microscopy in materials Science", Advanced Materials, 17, 1821, 2005.
- Sergei Kalinin and Alexei Gruverman, "Scanning Probe Microscopy", Springer, 2007.
- International Electrotechnical Commission, standard IEC 61124, and AENOR UNE-EN 61124 , "Reliability testing , Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity", 2014
- International Technology Roadmap for Semiconductors. Semiconductor Industry association([www.itrs.net](http://www.itrs.net))
- [www.agilent.com](http://www.agilent.com)
- [www.Keithley.com](http://www.Keithley.com)