



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)	Simularea dispozitivelor și proceselor electronice în microsisteme integrate						
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Babarada Florin						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator							
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	4	2.10 Tipul de notare	Nota		

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână						3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ						42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:										ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										42
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate										
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri										
Tutorat										10
Examinări										4
Alte activități (dacă există):										2
3.7 Total ore studiu individual						58.00				
3.8 Total ore pe semestru						100				
3.9 Numărul de credite						4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Dispozitive Electronice, Circuite electronice fundamentale, Tehnologii microelectronice, Modelare dispozitive Spice, MCMA, Modelarea avansată a tranzistoarelor MOS, Cursuri de senzori și microsenzori, Modelarea și caracterizarea experimentală a microstructurilor integrate.
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Cunoștințe generale de fizica, tehnologii microelectronice, senzori electronici si modelare a dispozitivelor electronice active avansate, precum și pachete software de simulare EDA precum Spice si TCAD precum Athena si Atlas de la Silvaco.
--------------------------------	---

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/Laborator/Proiect	Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: Sala de calculatoare cu software specific TCAD.

6. Obiectiv general *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

Disciplina familiarizează studenții cu tehnologiile de fabricație a circuitelor integrate adaptate la fabricarea microsistemelor respectiv tehnicile de microprelucrare pe suprafața și în volum, extinzând tehnicile și uneltele software învățate de ei la microelectronica către metodele de dezvoltare de noi tehnologii, dispozitive și microsisteme precum proiectarea experimentului și modelarea suprafeței de răspuns.

Crearea abilităților de a aplica cunoștințele de modelare, simulare, optimizare și proiectare unei game largi de microsisteme integrate. Crearea abilităților de a aplica cunoștințe generale în modelarea, simularea, optimizarea și proiectarea unor aplicații specifice folosind medii software integrate precum TCAD-Omni de la Silvaco.

Extinderea înțelegerii fenomenelor electrice de la nivelul dispozitivelor și circuitelor electronice către microsisteme integrate. Sunt extinse cunoștințele de microelectronica prin abordarea microsistemelor electromecanice-MEMS, microfluidice, bio-nano-electronice, celulelor solare, bolometre, microsenzori și electronica transparentă.

Familiarizarea cu produsele actuale din domeniul microsistemelor inclusiv cu literatura și jurnalele de specialitate.

Dobândirea abilităților practice de modelare simulare optimizare și proiectarea unei game largi de microsisteme utilizând medii integrate, investigare cu tehnici optice, maturatori și extracție de parametri, generare de reguli de proiectare.

7. Competențe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

Specifice	Corelează cunoștințele de modelare, simulare, proiectare caracterizare. Aplică în practică cunoștințele Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele raportate, și identifică soluții. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
-----------	---



Transversale (generale)	Corelează cunoștințele de modelare, simulare, proiectare caracterizare. Aplică în practică cunoștințele. Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele raportate, și identifică soluții. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
--------------------------------	--

8. Rezultatele învățării (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

Cunoștințe	Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice. • Modelare, Simulare, Optimizare, Proiectare, Fabricare, Caracterizare, Calibrare modele. • Definește noțiuni specifice domeniului. • Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri. • Evidențiază consecințe și relații.
Aptitudini	Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente). • Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc. • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text științific. • Verifică experimental soluții identificate. • Rezolvă aplicații practice. • Interpretează adecvat relații de cauzalitate. • Analizează și compară datele. • Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte. • Formulează concluzii la experimentele realizate • Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	· Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. · Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. · Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. · Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. · Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat. · Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. · Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. · Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). · Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. · Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. · Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

9. Metode de predare *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Se porneste de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive precum prelegerea, expunerea, cât și conservative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității ca experimentul, demonstrația, modelarea, dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme. În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire, similar activității dintr-o firmă. Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare, similar activității dintr-o firmă.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere: Transportul purtătorilor în semiconductori, Dispozitive semiconductoare, Fabricația circuitelor integrate.	2
2	Procese tehnologice de baza: Litografia, Oxidarea, Corodarea, Difuzia, Implantarea, Epitaxia.	4



3	Procese tehnologice specifice: microprelucrarea de suprafață, microprelucrarea de volum, LIGA, SLIGA, DEM, straturi de sacrificiu, lipirea anodica, fuziune, metal reactiva, directa sau cu strat de sacrificiu	6
4	Modele de proces și dispozitiv: Proiectarea experimentului, Modelul suprafeței de răspuns, modele fizice si empirice, modelarea neliniarităților si a efectelor de ordinul doi ale dispozitivelor active.	4
5	Simularea dispozitivelor, circuitelor si microsistemelor: metode numerice, metoda diferențelor finite, metoda elementului finit, drift-difuzie, hidrodinamic, Monte Carlo.	2
6	Modelarea simularea optimizare si proiectarea microsistemelor electromecanice MEMS, microfluidice, bio-nano-electronice, celulelor solare, actuatorilor, bolometrelor, microsenzorilor si electronica transparenta.	8
7	Tehnici de caracterizare a tehnologiilor pentru microsisteme si a microsistemelor: structuri potențiomtru, grinda, vernier, punte, serie si arie de elemente, Inele Gukel, Van der Paw, Kelvin.	2
Total:		28

Bibliografie:

- 1) Florin Babarada, capitol invitat: Semiconductor Processes and Devices Modelling, din cartea Semiconductor Technolog de Jan Grym, editura InTech, Aprilie 2010; DOI: 10.5772/8562.
<http://www.intechopen.com/books/semiconductor-technologies>
<http://www.intechopen.com/books/semiconductor-technologies/semiconductor-processes-and-devices-modelling>
- 2) Florin Babarada, Camelia Dunăre, Microsenzori realizați pe siliciu, Editura MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-376 2008.
- 3) Florin Babarada, Marcel Profirescu, Simularea proceselor și dispozitivelor semiconductoare, Editura Printech, ISBN 97 4, 478pg., 2006.
- 4) Florin Babarada, Cristian Ravariu, Tehnologii pentru microsenzori și biosenzori, Editura Printech, ISBN 973-718-119 2004.
- 5) Florin Babarada, Caracterizarea Microsenzorilor Electromecanici, Editura Cartea Universitară, ISBN 973-86042-4 2002.
- 6) <https://silvaco.com/examples/tcad/index.html>
- 7) www.library.pub.ro
- 8) <https://curs.upb.ro/2022/enrol/index.php?id=10228>
- 9) <https://teams.microsoft.com/l/team/MasterMS>

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
-------------	------------	------------



1	Simularea tranzistorului MOS referitor la caracteristica de transfer si externa, extragerea tensiunii de prag, scăderea barierei indusa de drena, efecte de substrat, tensiunea de străpungere, structura Light Doped Drain-LDD si CMOS latchup.	3
2	Simularea dispozitivelor in tehnologia SOI, referitor la caracteristicile de transfer si externa, efectul Kink in structuri SOIMOSFET parțial sărăcite.	3
3	Exemple de aplicații du dielectrice high-k referitor la dependenta mobilității de împrăștierea pe fononi si Columb.	3
4	Simularea celulelor solare pe siliciu monocristalin, siliciu amorf cu defecte si pe germaniu pentru creșterea eficientei.	3
5	Colocviu final.	2
Total:		14

Bibliografie:

- 1) Florin Babarada, capitol invitat: Semiconductor Processes and Devices Modelling, din cartea Semiconductor Technologies, editata de Jan Grym, editura InTech, ISBN 978-953- 307-080-3, Aprilie 2010; DOI: 10.5772/8562. <http://www.intechopen.com/books/semiconductor-technologies>
- 2) Florin Babarada, Camelia Dunăre, Microsenzori realizați pe siliciu, Editura MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-376-8, 364pg., 2008.
- 3) Florin Babarada, Marcel Profirescu, Simularea proceselor și dispozitivelor semiconductoare, Editura Printech, ISBN 973-718-389-4, 478pg., 2006.
- 4) www.silvaco.com
- 5) www.library.pub.ro
- 6) <https://curs.upb.ro/2022/enrol/index.php?id=10228>
- 7) <https://teams.microsoft.com/l/team/MasterMS>

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale si specifice	Un examen scris in sesiune asigura maxim 30 puncte.	30
	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Tema de casa sub forma de referat, dat individual fiecărui student, care sa-i trimită la literatura si produsele internaționale de pe piața.	20
	Analiza capacității de sinteza in documentarea si prezentarea unui subiect	Tema de casa se elaborează si se prezintă pe parcursul semestrului	20



11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoașterea temelor dezbătute și a limbajului de scriere a fișierului de intrare în simulatorul numeric	Evaluarea capabilităților individuale la fiecare activitate	15
	Abilitatea de a înțelege cerințele fiecărei teme prezentate și capacitatea de interpretare a rezultatelor	Colocviu final cu o aplicație practică	15
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEİS)

Modelarea, simularea, optimizarea și proiectarea noilor procese tehnologice, dispozitivelor, circuitelor și sistemelor electronice a cunoscut o dezvoltare dependentă de puterea de calcul și are ca efect creșterea puterii de calcul a calculatoarelor. Prin TCAD se pot identifica variabilele de proces care au influențat cea mai mare măsură dispozitivelor, circuitelor sau microsistemelor electronice. Astfel fabricarea virtuală poate reduce până la 40% din costurile dezvoltării unei noi tehnologii, dispozitiv sau microsistem.

Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei naționale și europene oferind extinderea tehnologiilor microelectronice către microsisteme din domeniul de intersecție al microtehnologiilor și tehnicilor de calcul care au un grad ridicat de specializare și sunt solicitate de filialele din țară ale unor firme cunoscute la nivel internațional iar recent și de firme autohtone au beneficiari firme mari internaționale.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, cursul fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2025

Prof. Dr. Babarada Florin

Data avizării în departament

Director de departament

26.09.2025

Prof. Dr. Claudiu Dan



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea