Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Dispozitive, Circuite şi Arhitecturi Electronice**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Simularea dispozitivelor şi proceselor electronice în microsisteme integrate			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Babarada Florin			
2.3 Titularul activităţilor 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 activităţilor 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 învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					42
Tutorat					10
Examinări					4
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

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

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

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

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

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Disciplina familiarizează studenţii cu tehnologiile de fabricaţie a circuitelor integrate adaptate la fabricarea microsistemelor respectiv tehnicile de microprelucrare pe suprafaţa si in volum, extinzând tehnicile si uneltele software învăţate de ei la microelectronica către metodele de dezvoltare de noi tehnologii, dispozitive si microsisteme precum proiectarea experimentului si modelarea suprafeţei de răspuns.

Crearea abilităţilor de a aplica cunoştinţele de modelare, simulare, optimizare si proiectare unei game largi de microsisteme integrate. Crearea abilităţilor de a aplica cunoştinţe generale în modelarea, simularea, optimizarea si proiectarea unor aplicaţii specifice folosind medii software integrate precum TCAD-Omni de la Silvaco.

Extinderea înţelegerii fenomenelor electrice de la nivelul dispozitivelor si circuitelor electronice către microsisteme integrate. Sunt extinse cunoştinţele de microelectronica prin abordarea microsistemelor electromecanice-MEMS, microfluidice, bio-nano-electronice, celulelor solare, bolometre, microsenzori si electronica transparenta.

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

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

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	Corelează cunoştinţele de modelare, simulare, proiectare caracterizare. Aplică în practică cunoştinţele Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare şi diagnoză a unei situaţii, în funcţie de problemele raportate, şi identifică soluţii. Argumentează si analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunostinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifica. Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză):demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.

Transversale (generale)	Corelează cunoştinţele de modelare, simulare, proiectare caracterizare. Aplică în practică cunoştinţele Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare şi diagnoză a unei situaţii, în funcţie de problemele raportate, şi identifică soluţii. Argumentează si analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunostinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifica. Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză):demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* · Modelare, Simulare, Optimizare, Proiectare, Fabricare, Caracterizare, Calibrare modele. · Defineşte noţiuni specifice domeniului. · Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/structuri. · Evidenţiază consecinţe şi relaţii.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* · Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat. · Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc. · Lucrează productiv în echipă. · Elaborează un text ştiinţific. · Verifică experimental soluţii identificate. · Rezolvă aplicaţii practice. · Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. · Analizează şi compară datele. · Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. · Formulează concluzii la experimentele realizate · Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare

Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.* · Selectează surse bibliografice potrivite şi 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 rămâneri 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 expozitive precum prelegerea, expunerea, cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realității ca experimentul, demonstrația, modelarea, dar şi 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 şi scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie uşor de înțeles şi asimilat. Acestă 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 întrun climat favorabil învățării prin descoperire, similar activitatii dintr-o firma. Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi 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 activitatii dintr-o firma.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	**Conținutul**	**Nr. ore**
1	Introducere: Transportul purtătorilor in 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 suprafaţa, 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 şi dispozitiv: Proiectarea experimentului, Modelul suprafeţei de răspuns, modele fizice si empirice, modelarea neliniarităţilor si a efectelor de ordinul doi ale dispozitivelor active.	4
5	Simularea dispozitivelor, circuitelor si microsistemelor: metode numerice, metoda diferenţelor 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, actuatoarelor, bolometrelor, microsenzorilor si electronica transparenta.	8
7	Tehnici de caracterizare a tehnologiilor pentru microsisteme si a microsistemelor: structuri potenţiometru, 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 realizaţi pe siliciu, Editura MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-376 2008.
3) Florin Babarada, Marcel Profirescu, Simularea proceselor şi dispozitivelor semiconductoare, Editura Printech, ISBN 97 4, 478pg., 2006.
4) Florin Babarada, Cristian Ravariu, Tehnologii pentru microsenzori şi 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.	**Conţinutul**	**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 dielectrici 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 creşterea 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 realizaţi pe siliciu, Editura MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-376-8, 364pg., 2008.
3) Florin Babarada, Marcel Profirescu, Simularea proceselor şi 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	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale si specifice	Un examen scris in sesiune asigura maxim 30 puncte.	30
	Cunoaşterea 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 capacitații 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	Cunoaşterea temelor dezbatute si a limbajului de scriere a fişierului de intrare in simulatorul numeric	Evaluarea capabilitatilor individuale la fiecare activitate	15
	Abilitatea de a înțelege cerințele fiecărei teme prezentate si capacitatea de interpretare a rezultatelor	Colocviu final cu o aplicație practica	15
11.6 Condiţii de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Modelarea, simularea, optimizarea si proiectarea noilor procese tehnologice, dispozitivelor, circuitelor si sistemelor electronice a cunoscut o dezvoltare dependenta de puterea de calcul si are ca efect creşterea puterii de calcul a calculatoarelor. Prin TCAD se pot identifica variabilele de proces care au influenta cea mai mare asupra dispozitivelor, circuitelor sau microsistemelor electronice. Astfel fabricarea virtuala poate reduce pana la 40% din costurile dezvoltării unei noi tehnologii, dispozitiv sau microsistem.

Programa cursului răspunde concret acestor cerinţe actuale de dezvoltare şi evoluţie, subscrise economiei naţionale si europene oferind extinderea tehnologiilor microelectronice către microsisteme domeniu de intersecţie al microtehnologiilor si tehnicilor de calcul care au un grad ridicat de specializare si sunt solicitate de filialele din tara ale unor firme cunoscute la nivel internaţional iar recent si de firme autohtone au beneficiari firme mari internaţionale.

Se asigură astfel absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică modernă, de calitate şi competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, cursul fiind perfect încadrat în politica Universităţii Politehnica din Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Babarada Florin	

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Prof. Dr. Claudius Dan

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

Data aprobării în Consiliul Facultății

22.09.2026

Decan

Prof. Dr. Mihnea Udrea