



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 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Micro și Nanoelectronică

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Modelarea și caracterizarea experimentală a microstructurilor integrate						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Dragos Dobrescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Dragos Dobrescu						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.03-02	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	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	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					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					15
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					14
Examinări					29
Alte activități (dacă există):					0
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	Cursuri fundamentale de Dispozitive Electronice, Modele ale componentelor electronice pentru Spice, Modelarea Componentelor Microelectronice Active
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de fizică, dispozitive electronice și simulare software a circuitelor electronice

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 videoprojector sau pe platforma MSTeams
----------	--



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare, legatură la INTERNET, simulator de circuite electronice de tip SPICE sau pe platforma MSTeams, studentii având calculatoare cu un simulator de tip SPICE instalat.
-----------------------------------	--

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.)*

Pentru curs: Cursul se adresează în special absolvenților cu diploma de licență în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Ingineria Informației, Inginerie Electrică și Științe Ingineresti Aplicate. Necesitatea modelării și caracterizării structurilor electronice integrate, ca elemente fundamentale ale circuitelor integrate actuale, se impune datorită complexității tot mai mari a acestora, precum și necesității obținerii unor circuite foarte performante cu prețuri de cost acceptabile. Disciplina prezintă conceptele fundamentale ale domeniului modelării din microelectronică, aducând în fața studenților idei și metode originale ale școlii românești de profil. Printre acestea se pot enumera teorema conducției electrice neliniare și modelul unificat al tranzistorului MOS aparținând prof. A. Rusu.

Pentru aplicații: Verificarea teoriilor însușite la curs prin realizarea calculelor analitice, modelarea și/sau simularea unui dispozitiv sau circuit electronic sau a unui microsistem integrat. Competențele asigurate prin studiul disciplinei se încadrează în aria celor necesare pentru cercetarea și dezvoltarea de noi dispozitive și circuite integrate, realizate cu metode și tehnologii moderne. Plasarea în semestrul 1 ține cont de succesiunea cognitivă necesară formării unui specialist performant în domeniul microsistemelor, precum și de caracterul interdisciplinar al programului de master. Disciplina poate fi privită ca fiind fundamentală pentru asigurarea competențelor ingineresti pentru cercetare-dezvoltare sau proiectare în domeniul microsistemelor complexe integrate.

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	Cunoașterea modului de funcționare a dispozitivelor micro și nanoelectronice; - Proiectarea de circuite cu tranzistoare MOS nanometrice, tensiuni mici de lucru și consum redus de putere; - Corelarea eficientă dintre funcție și structură în definirea, proiectarea și realizarea SoC-urilor (complet) programabile; - Cunoașterea aspectelor tehnologice actuale și înțelegerea efectului acestora privind realizarea circuitelor integrate analogice ce fac parte din sistemele CMOS VLSI mixte analog-digitale; - Cunoașterea proceselor tehnologice avansate pentru dispozitive electronice la scară micro și nano; - Utilizarea instrumentelor software pentru simularea avansată atât a dispozitivelor cât și a proceselor tehnologice;
------------------	---



Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">- Dezvoltarea îndemânării experimentale necesare pentru realizarea tehnologică, modelarea și caracterizarea noilor dispozitive și circuite micro și nanoelectronice;- Executarea responsabilă a unor sarcini de lucru în echipă pluridisciplinară, cu asumarea de roluri pe diferite paliere ierarhice;- Identificarea nevoii de formare continuă și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line, etc.) atât în limba română cât și într-o limbă de circulație internațională.
--------------------------------	---

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	<p><i>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.</i></p> <p>Enumeră modelele fundamentale ale tranzistoarelor MOS Definește parametrii de model Descrie/clasifică parametrii de model Evidențiază particularitățile soluțiilor constructive speciale</p>
Aptitudini	<p><i>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).</i></p> <p>Selectează și grupează informații relevante despre modelele tranzistoarelor MOS. Utilizează argumentat principii specifice ale TCEN Lucrează productiv în echipă pentru efectuarea proiectului. Elaborează un text științific în redactarea proiectului Rezolvă aplicații practice în cadrul proiectului Interpretează adecvat relații de cauzalitate Analizează și compară modelele Identifică soluții și elaborează proiectul disciplinei. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate în cadrul proiectului .</p>
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>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 Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate. Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile Aplică principii de etică</p>



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 rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (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 pagini de Internet 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.

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.

Se va verifica atenția studenților prin teste rapide (quizz) în timpul sau la finalul cursului la anumite cursuri.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Componenta electronică activă 1.1. Componente electronice 1.2. Funcțiile electronice elementare 1.3. O încercare de delimitare a domeniului electronicii	2
2	Teorema conducției electrice neliniare(TCEN) 2.1. Observații asupra funcțiilor matematice care descriu conducția electrică neliniară 2.2. Legea fenomenelor de conducție electrică 2.3. Teorema conducției electrice neliniare 2.4. Exemple de aplicare a TCEN	4
3	Conducție electrică neliniară în semiconductoare omogene 3.1. Fenomene de transport al sarcinilor electrice în semiconductoare 3.2. Mobilitatea purtătorilor de sarcină 3.3. Tranzistorul cu efect de câmp cu joncțiune	2
4	Extragerea optimală a parametrilor de model a structurilor semiconductoare integrate 4.1. Definirea parametrilor de model 4.2. Măsurarea experimentală a parametrilor de model 4.3. Metode de extragere optimală a parametrilor de model 4.4. Validarea parametrilor prin simularea circuitelor integrate	4



5	Capacitorul MOS. Joncțiunea indusă de câmp. 5.1. Fenomene fizice în capacitorul MOS 5.2. Modele analitice pentru capacitorul MOS 5.3. Regimul dinamic al capacitorului MOS	4
6	Joncțiunea cu poartă 6.1. Tensiunea de prag a capacitorului MOS în regim de neechilibru 6.2. Regimul dinamic al capacitorului MOS în regim de neechilibru 6.3. Caracteristica electrică statică a joncțiunii cu poartă	6
7	Modele avansate ale tranzistoarelor MOS din structuri integrate 7.1. Modele statice în inversie puternică (peste prag) și în inversie slabă (sub prag) 7.2. Efecte de canal scurt 7.3. Modele unificate 7.3.1. Modelul Tsividis 7.3.2. Modelul EKV 7.3.3. Modelul ENSERG 7.3.4. Modelul Rusu 7.4. Regimul dinamic al tranzistorului MOS	6
Total:		28

Bibliografie:

1. D. Dobrescu, MCEMI, <https://curs.upb.ro/2023/enrol/index.php?id=9676>
2. A. Rusu, "Modelarea Componentelor Microelectronice Active", Editura Academiei Romane, 1990.
3. A. Rusu, „Conductie electrica neliniara in structuri semiconductoare”, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2000;
4. L. Dobrescu, D. Dobrescu, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;
5. L. Dobrescu, D. Dobrescu, "Basics of the Semiconductor Devices Physics", 142 pg., Ed. Printech, ISBN 973-718-364-9, Bucuresti, 2005.

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Aplicarea TCEN pentru modelarea comportamentului asimptotic al unor dispozitive semiconductoare	4
2	Realizarea unei teme de proiect la liberă alegere privind modelarea și/sau simularea unui dispozitiv sau circuit electronic sau a unui microsistem integrat. Tema poate fi o extindere a proiectului de diplomă sau o porțiune din preocupările științifice de serviciu.	8
3	Verificare proiect	2
Total:		14

Bibliografie:

1. <https://curs.upb.ro/2023/enrol/index.php?id=9676>
2. L. Dobrescu, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;
3. D. Dobrescu, L. Dobrescu, “Dispozitive si Circuite Electronice-Caiet de Activitate”, 158 pag., Ed. Printech, ISBN 973-652-829-4, București, 2003;
4. A. Rusu, D. Dobrescu, L. Dobrescu, “Dispozitive si Circuite Electronice note de curs si probleme rezolvate”, 90 pg., Ed. Printech, ISBN 973-652-828-6, Bucuresti, 2003;



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 de modelare avansată;	Examen scris in sesiune	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	proiect: extractia optima parametrilor de model -modelarea si/sau simularea unui dispozitiv sau circuit electronic sau a unui microsystem integrat	verificare in timpul semestrului	50%
11.6 Condiții de promovare			
Modelarea și/sau simularea unui dispozitiv sau circuit electronic sau a unui microsystem integrat. Obținerea a 50% din punctajul laboratorului și proiectului din timpul semestrului. Respectarea regulamentului UNSTPB privind condițiile de promovare.			

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 (SEIS)

Creșterea complexității circuitelor și sistemelor electronice precum și necesitatea reducerii costurilor și a ciclurilor de cercetare- proiectare- fabricare au impus dezvoltarea tehnicilor de simulare, proiectare și optimizare asistată de calculator, sub forma diverselor instrumente software.

Disciplina asigură absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive.

Se asigură astfel absolvenților o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, 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

01.09.2024

Prof. Dr. Dragos Dobrescu

Prof. Dr. Dragos Dobrescu

/ /

/ /

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

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

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea