



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 avansată a tranzistoarelor MOS Advanced MOSFETs Modelling						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Lidia Dobrescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Lidia Dobrescu						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.05-01	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28.00	Din care: 3.5 curs	14	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 Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutorat					5
Examinări					22
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual					47.00
3.8 Total ore pe semestru					75
3.9 Numărul de credite					3

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 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	Laboratorul 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.)

Obiectivul general al disciplinei constă în prezentarea modelelor avansate pentru tranzistoare MOS, evidențierea unor tipuri constructive speciale, soluții avansate de proiectare, tehnologii de vârf și implementarea parametrilor specifici în modele. Acesta poate fi realizat prin:

- Evidențierea și descrierea parametrilor specifici ai modelelor avansate pentru tranzistoare MOS;
- Prezentarea unor tipuri speciale de tranzistoare MOS: dispozitive de putere, tranzistoare cu poartă mobilă, FINFETuri, Trench-Gate, etc; - Prezentarea unor soluții avansate de proiectare pentru dispozitive și circuite MOS; - Prezentarea unor tehnologii de vârf în domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice; - Prezentarea comparativă a mediilor de modelare și simulare. Comparatii, evidențierea unor avantaje și dezavantaje; - Prezentarea tendințelor moderne în modelarea tranzistoarelor MOS; - Aplicarea practică a modelelor pentru tranzistoare MOS în proiectarea unui oscilator în inel; - Prezentarea modelelor
- Evidențierea și descrierea parametrilor specifici ai modelelor avansate pentru tranzistoare MOS;



- Prezentarea unor tipuri speciale de tranzistoare MOS: dispozitive de putere, tranzistoare cu poartă mobilă, FINFETuri, Trench-Gate, etc;
- Prezentarea unor soluții avansate de proiectare pentru dispozitive și circuite MOS;
- Prezentarea unor tehnologii de vârf în domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice
- Prezentarea tendințelor moderne în modelarea tranzistoarelor MOS;
- Aplicarea practică a modelelor pentru tranzistoare MOS în proiectarea unui oscilator în inel;
- Prezentarea modelelor
- Prezentarea unor tipuri speciale de tranzistoare MOS: dispozitive de putere, tranzistoare cu poartă mobilă, FINFETuri, Trench-Gate, etc;
- Prezentarea unor soluții avansate de proiectare pentru dispozitive și circuite MOS;
- Prezentarea unor tehnologii de vârf în domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice;
- Prezentarea comparativă a mediilor de modelare și simulare. Comparații, evidențierea unor avantaje și dezavantaje;
- Prezentarea tendințelor moderne în modelarea tranzistoarelor MOS;
- Aplicarea practică a modelelor pentru tranzistoare MOS în proiectarea unui oscilator;
- Prezentarea modelelor predictive pentru tranzistoare MOS

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	C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică C2. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite integrate și sisteme micro și nanoelectronice cu instrumente software moderne C3. Modelarea și procesarea dispozitivelor și circuitelor integrate utilizând tehnologii avansate C4. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite și sisteme optoelectronice cu instrumente software și tehnologii moderne micro și nanoelectronice
Transversale (generale)	CT1 Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, 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	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. <ul style="list-style-type: none">• Enumeră modelele fundamentale ale tranzistoarelor MOS și mai multe tipuri de tranzistoare• Definește parametri de model• Descrie/clasifică parametri de model• Evidențiază particularitățile soluțiilor constructive speciale
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 despre tipurile constructive de tranzistoare MOS. Utilizează argumentat principiile specifice în vederea pastrării sau neglijării unor parametri de model. Lucrează productiv în echipă pentru efectuarea proiectului. Elaborează un text științific în redactarea proiectului Verifică experimental soluțiile extragerii tensiunii de prag prin mai multe metode. Rezolvă aplicații practice în cadrul proiectului, prelucrând seturi de date măsurate. Interpretează adecvat relații de cauzalitate dintre valorile extrase. Analizează și compară valoarea tensiunii de prag. Identifică soluții și elaborează proiectul disciplinei. Formulează concluzii la experimentele realizate și argumentează soluțiile identificate în cadrul proiectului .



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 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
--------------------------------------	--

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.)

Pornindu-se de la 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.

10. Conținuturi

CURS	
Capitolul	
1	Introducere 1.1. Tematica cursului 1.2. Prezentare generală a obiectivelor specifice 1.3. Prezentarea generală a laboratorului
2	2. Modelarea tranzistorului MOS 2.1. Modele fizice generale 2.2. Elemente constructive si de polarizare 2.3. Aproximații folosite în modelare 2.4. Modele statice in inversie puternica
3	3. Tipuri avansate de tranzistoare MOS 3.1. Tranzistoare MOS de putere, topologii lowside și highside. 3.2. Microcapacitorul mecanic variabil 3.3. Tranzistoare FINFET 3.4. Tranzistoare MOS pe suport izolant (SOI) 3.5. Trench Gate MOS
4	4. Soluții avansate de proiectare 4.1. Cresterea pantei tranzistorului MOS 4.2. Metoda Id/gm 4.3. Particularități introduse de reducerea lungimilor canalului și miniaturizare 4.3. Tehnologii de vârf in domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice;
5	5. Medii de modelare și simulare 5.1. Ansamblul simulatorselor SPICE 5.2. Mediul CADENCE 5.3. Ssimulatorul LTSpice 5.4. Microcap 12 5.5. Simulatoare Matlab MOS 5.5. Biblioteci și atasarea modelelor la simulatoare
6	6. Modele predictive

Bibliografie:

- L. Dobrescu, Modelarea Avansata a Tranzistoarelor MOS <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7007>
- N.D Arora „MOSFET Modeling for VLSI Circuits Simulation, <https://books.google.ro/books?id=KwurCAAQBAJ&pg=PA497&dq=MOSFET&hl=ro&s>
- R. J. Baker, „CMOS Circuit Design, Layout and Simulation ” <https://books.google.ro/books?id=payXDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%09R.+J.+Baker,+%E2%80%9ECMOS+Circuit+Design,+Layout+and+Simulation+%E2>
- L. Dobrescu, D. Dobrescu, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;
- L. Dobrescu, D. Dobrescu, "Basics of the Semiconductor Devices Physics", 142 pg., Ed. Printech, ISBN 973-718-364-9, Bucuresti, 2005;



LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Prezentarea generala a mediului LTSPICE	4
2	Simularea circuitelor cu un tranzistor MOS in LTSPICE	2
3	Modele de tranzistoare MOS in LTSPICE, particularitati	2
4	Crearea unor modele noi de tranzistoare MOS	2
5	Modele predictive	2
6	Etaje de amplificare cu tranzistoare MOS, oglinzi de curent	2
	Total:	

Bibliografie:

- L. Dobrescu <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7007>
- L. Dobrescu, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;
- F. Balestra, I. Hafez and G. Ghibaudo, "A New Method for the Extraction of MOSFET Parameters at Ambient and Liquid Helium Temperatures," ESSDERC '88: 18th European Solid State Device Research Conference, 1988, pp. c4-817-c4-820, doi: 10.1051/jphyscol:19884172., <https://ieeexplore.ieee.org/document/5437055>
- https://ocw.mit.edu/courses/6-012-microelectronic-devices-and-circuits-fall-2009/resources/mit6_012f09_1ec12/
- Predictive Technology Model <https://ptm.asu.edu/>
- L. Dobrescu, “De la limbajul natural la programare și modelare”, Ed. Printech, Editură recunoscută de Consiliul Național al cercetării Științifice din Învățământul Superior-Cod CNC SIS 54, ISBN 978-606-23-0311-2, 122 pg., București

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Prezentarea teoretica a modelelor pentru tranzistoare MOS si a solutiilor constructive avansate pentru realizarea unor tranzistoare MOS moderne	Prezentare ppt -orala in timpul semestrului	60%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Evaluarea se face testand abilitatile practice de simulare a unor circuite cu tranzistoare MOS	Evaluarea activitatii de laborator prin teste practice cumuland punctajele din timpul semestrului	40%
11.6 Condiții de promovare			
Evidențierea modelelor pentru tranzistoare MOS si a parametrilor acestora. Prezentarea unor tipuri speciale de tranzistoare MOS. Obținerea a 50% din punctajul colocviului de laborator. Obținerea a 50% din punctajul prezentarii orale ppt 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 (SEİS)

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 Naționale de Știință și Tehnologie Politehnica 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. Lidia Dobrescu

Prof. Dr. Lidia Dobrescu



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



Data avizării în departament

Director de departament

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea