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	Micro și Nanoelectronică

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Modelarea avansată a tranzistoarelor MOS Advanced MOSFEts Modelling			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Lidia Dobrescu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Lidia Dobrescu			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	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 activităţilor 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 învăţământ	28.00	Din care: 3.5 curs	14	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					20
Tutorat					5
Examinări					22
Alte activităţi (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. Precondiţii (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 învăţării	Cunoştinţe generale de fizicşi simulare software a circuitelor electronice

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 sau pe platforma MSTeams
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura 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 avand calculatoare cu un simulator de tip SPICE instalat.

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.)*

Obiectivul general al disciplinei constă în prezentarea modelelor avansate pentru tranzistoare MOS, evidenţierea unor tipuri constructive speciale, soluţii avansate de proiectare, tehnologii de vârf şi implementarea parametrilor specifici in modele.Acesta poste fi realizat prin:

- Evidenţierea şi 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 soluţii avansate de proiectare pentru dispozitive şi circuite MOS; - Prezentarea unor tehnologii de vârf in domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice; - Prezentarea comparativă a mediilor de modelare şi simulare. Comparaţii, evidenţierea unor avantaje şi dezavantaje; - Prezentarea tendinţelor moderne în modelarea tranzistoarelor MOS; - Aplicarea practică a modelelor pentru tranzistoare MOS în proiectarea unui oscilator în inel; - Prezentarea modelelor

- Evidenţierea şi 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 in 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 in 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, instrumentaţia şi tehnologia electronică C2. Proiectarea,simularea şi testarea de dispozitive, circuite integrate şi sisteme micro şi nanoelectronice cu instrumente software moderne C3. Modelarea şi procesarea dispozitivelor şi circuitelor integrate utilizând tehnologii avansate C4. Proiectarea, simularea şi testarea de dispozitive, circuite şi sisteme optoelectronice cu instrumente software şi tehnologii moderne moderne micro şi nanoelectronice
Transversale (generale)	CT1 Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională şi personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat şi resurse electronice în limba română şi, cel puţin, într-o limbă de circulaţie internaţională.

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 exemplelor 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.* • Enumeră modelele fundamentale ale tranzistoarelor MOS si mai multe tipuri de tranzistoare • Definește parametrii de model • Descrie/clasifică parametrii de model • Evidențiază particularitatile solutiilor 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 principii specifice în vederea pastrarii sau neglijarii unor parametrii de model. Lucrează productiv în echipă pentru efectuarea proiectului. Elaborează un text științific in redactarea proiectului Verifică experimental soluțiile extragerii tensiunii de prag prin mai multe metode. Rezolvă aplicații practice in cadrul proiectului, prelucrand seturi de date masurate. 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 si argumentează soluțiile identificate în cadrul proiectului .

Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi 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 învăţare. Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate. Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii 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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi 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 dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.Acestă disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire.

10. Conţinuturi

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. Aproximaţii 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 şi 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. Soluţii avansate de proiectare 4.1. Cresterea pantei tranzistorului MOS 4.2. Metoda Id/gm 4.3. Particularităţi introduse de reducerea lungimilor canalului şi miniaturizare 4.3.Tehnologii de vârf in domeniul tranzistoarelor MOS cu dimensiuni submicronice;
5	5. Medii de modelare şi simulare 5.1. Ansamblul simulatoarelor SPICE 5.2. Mediul CADENCE 5.3. Ssimulatorul LTSpice 5.4 Microcap 12 5.5. Simulatoare Matlab MOS 5.5.Biblioteci şi atasarea modelelor la simulatoare
6	6. Modele predictive

Bibliografie:

1. L. Dobrescu, Modelarea Avansata a Tranzistoarelor MOS https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7007
2. N.D Arora ,MOSFET Modeling for VLSI Circuits Simulation, https://books.google.ro/books?id=KwurCAAAQBAJ&pg=PA497&dq=MOSFET&hl=ro&s
3. 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
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;

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 tranzistaore MOS, oglinzi de curent	2
	Total:	

Bibliografie:

1. L. Dobrescu https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7007
2. L.Dobrescu, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;
3. 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
4. https://ocw.mit.edu/courses/6-012-microelectronic-devices-and-circuits-fall-2009/resources/mit6_012f09_lec12/
5. Predictive Technology Model https://ptm.asu.edu/
6. L. Dobrescu, “De la limbajul natural la programare şi modelare ”, Ed. Printech, Editură recunoscută de Consiliul Naţional al cercetării Ştiinţifice din Învăţământul Superior-Cod CNCSIS 54, ISBN 978-606-23-0311-2, 122 pg., Bucureşti

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 Condiţii de promovare			
Evidențierea modelelor pentru tranzistoare MOS si a parametrilor acestora. Prezentarea unor tipuri speciale de tranzistoare MOS. Obţinerea a 50% din punctajul colocviului de laborator. Obţinerea a 50% din punctajul prezentarii orale ppt din timpul semestrului. Respectarea regulamentului UNSTPB privind condiţiile de promovare.			

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)

Creşterea complexităţii circuitelor şi sistemelor electronice precum şi necesitatea reducerii costurilor şi a ciclurilor de cercetare- proiectare- fabricare au impus dezvoltarea tehnicilor de simulare, proiectare şi optimizare asistată de calculator, sub forma diverselor instrumente software.Disciplina asigură absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale si o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive. Se asigură astfel absolvenţilor o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universităţii Naţionale de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica 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 aplicații
01.09.2024	Prof. Dr. Lidia Dobrescu	Prof. Dr. Lidia Dobrescu

Data avizării în departament	Director de departament
	Prof. Dr. Claudius DAN
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea