



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	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Dispozitive semiconductoare de putere pentru microsisteme					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs			Colaborator Dr. Mihai Brezeanu				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator			Colaborator Dr. Bogdan Ofrim				
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.03-03	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					52
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					3
Examinări					3
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	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Dispozitive electronice Circuite electronice fundamentale Bazele tehnologiei microelectronice
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Cunoștințe de bază de fizică și dispozitive electronice

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



5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none">· Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.· Pentru transmiterea sincronă/înregistrarea prelegerilor este necesară o legătură la Internet de viteză corespunzătoare
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none">· Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: un număr de calculatoare cel puțin egal cu cel al studenților· Calculatoarele trebuie să ruleze un sistem de operare de tip Linux și pachetul de programe IC Design de la Cadence· Licențe pentru software-ul Cadence

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.)*)

Pornind de la cunoștințe fundamentale de fizica semiconductorilor, de dispozitive și circuite electronice, materia DSPM își propune să prezinte principalele concepte și structuri de dispozitive semiconductoare de putere, să le prezinte utilitatea și aplicabilitatea practică, dezvoltând abilitatea studenților de a le proiecta, simula, modela, măsura experimental, optimiza și conecta în micro sisteme integrate.

DSPM prezintă cele mai importante și larg folosite structuri de dispozitive semiconductoare de putere. Sunt studiate diodele P-i-N și Schottky de putere, tranzistoarele de putere MOS și TEC-J, tranzistoarele bipolare de putere, IGBT-urile și tiristoarele. Fiecare dispozitiv este prezentat din perspective teoretice și practice, fiind discutate concepte privind geometria și comportamentul lor din punct de vedere fizic, chimic și electric. Sunt, de asemenea, prezentate și discutate aspecte privind aplicațiile practice în care dispozitivele sunt folosite, piețele și domeniile economice relevante.

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	<p>Demonstrează că deține cunoștințe de bază și avansate în domeniul dispozitivelor electronice și a circuitelor integrate de bază, precum și în domeniul dispozitivelor de putere, atât din punct de vedere al proiectării, cât și al simulării, modelării, măsurării experimentale și optimizării pentru elaborarea de proiecte de dispozitive semiconductoare de putere</p> <p>Corelează cunoștințele</p> <p>Aplică în practică cunoștințele generale privind structura și performanțele dispozitivelor semiconductoare de putere, atât în proiectarea, cât și pentru testarea acestora, both their design and experimental testing</p> <p>Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unui mediu de proiectare și de a-l adapta la cerințe particulare.</p> <p>Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p>Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p>Comunicare orală și în scris într-o limbă engleză: demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă engleză, limbă standard de facto a domeniului.</p>
-----------	--



Transversale (generale)	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</p> <p>Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p>
--------------------------------	---

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	<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 cele mai importante domenii economice în care sunt utilizate structurile studiate. Definește termenii și conceptele specifice domeniului. Descrie/clasifică termeni/procese/fenomene/structuri. Subliniază relațiile și consecințele.</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> <ul style="list-style-type: none">• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.• Utilizează argumentat principii specifice în vederea proiectării eficiente a cipurilor și atingerii dezideratului de “success de la prima încercare”.• Lucrează productiv în echipă.• Elaborează un text științific.• Verifică experimental soluții identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară stilurile diferite de proiectare.• 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 cadrele 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 studentescă/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.

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 Powerpoint, 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 vor utiliza imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Disciplină va oferi informații și va include 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.

10. Conținuturi

CURS



Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere 1.1 Ce înseamnă electronica de putere? 1.2 Aplicații de piață	2
2	Aspecte fundamentale 2.1 Aspecte fundamentale privind fizica semiconductorilor 2.2 Mai mult decât siliciu: semiconductori cu bandă interzisă largă	2
3	Joncțiunea P-N, Dioda P-N 3.1 Goluri și electroni 3.2 Joncțiunea P-N 3.3 Structura diode P-N	2
4	Dioda P-i-N de Putere 4.1 Caracteristici I-V 4.2 Regimul de funcționare on-state 4.3 Regimul de funcționare off-state 4.4 Comparație între structurile de tip punch-through și non-punch-through 4.5 Regimul de funcționare turn-on 4.6 Regimul de funcționare turn-off 4.7 Concluzii	2
5	Diode Schottky de Putere (SBD) 5.1 Contactul Schottky 5.2 Structura diodei Schottky 5.3 Diode P-i-N de putere vs diode Schottky de putere 5.4 Regimul de funcționare on-state 5.5 Regimul de funcționare off-state 5.6 Regimul de funcționare tranzitoriu	2
6	Dispozitive MOSFET de putere 6.1 Structuri MOSFET laterale 6.2 Structuri verticale MOSFET de putere 6.3 Efecte parazite 6.4 DMOSFET 6.5 DMOS: regimurile de funcționare on-state, off-state, tranzitoriu 6.6 DMOS: consum de putere 6.7 Comparație între structurile MOSFET de putere 6.8 Comparație între structurile MOSFET pe Si și SiC	4
7	Tranzistorul Bipolar de Putere (BJT) 7.1 Structura 7.2 Caracteristicile I-V 7.3 Regiunea activă 7.4 Saturație 7.5 Străpungere 7.6 Regim de funcționare tranzitoriu 7.7 Zone de operare sigură	2



8	Superjuncțiuni 8.1 BV versus Ron 8.2 Istoria conceptului de superjuncțiune 8.3 Regimul de funcționare on-state 8.4 Regimul de funcționare off-state 8.5 Comparație cu alte dispozitive de putere	2
9	Tiristoare 9.1 Tiristor de tip Semiconductor Controlled Rectifier (SCR) 9.2 SCR vs tranzistor bipolar de putere 9.3 SCR: regimuri de funcționare on-state, blocking, tranzitoriu 9.4 Tiristor de tip Gate Turn Off Thyristor (GTO) vs SCR 9.5 GTO: regimuri de funcționare on-state, blocking, tranzitoriu 9.6 Comparație între SCR, GTO și alte dispozitive de putere	3
10	Tranzistoare de tip Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBTs) 10.1 Structuri de tip punch-through versus non-punch-through 10.2 Regimuri de funcționare on-state, blocking, tranzitoriu 10.3 Fenomenul de latch-up, zone de operare sigură 10.4 IGBT vs MOSFET de putere 10.5 Structura trench IGBT 10.6 Evoluția istorică a structurilor de IGBTs 10.7 Comparație între toate dispozitivele de putere studiate	3
11	Structuri de terminație 11.1 Introducere și motivație 11.2 Structuri de terminație fără joncțiune p-n 11.3 Structuri de terminație cu joncțiune p-n 11.4 Structuri de terminație cu field plate: studiu de caz pentru dispozitive de putere pe diamant sintetic	4
Total:		28

Bibliografie:

N Mohan, T M Undeland W P Robbins, "Power Electronics Converters, Applications, and Design", Wiley, 2003

B J Baliga, "Fundamentals of Power Semiconductor Devices", Springer, 2008

B J Baliga, "Silicon Carbide Power Devices", World Scientific, 2005

F Udrea, P Mawby E Napoli, Napoli, "Modern Power Devices and Applications" Course, Cambridge, 2006

Articole și patente la zi despre dispozitive semiconductoare de putere

Fișe de catalog ale celor mai moderne dispozitive semiconductoare de putere

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Studiul sistemului de caracterizare pentru semiconductori Keithley 4200-SCS	2
2	Studiul unității de tip probe station	2
3	Caracterizarea rezistenței unui strat implantat într-o tehnologie de tip Bipolar-CMOS-DMOS & Configurarea, execuția și analiza măsurătorilor folosind sistemul de caracterizare și unitatea de tip probe station.	2



4	Studiul tranzistorului MOS de putere și a unei structurii rezistive realizate pe substrat de Si	2
5	Caracterizarea unui tranzitor DMOS de putere si joasa tensiune fabricat intr-o tehnologie Bipolar-CMOS-DMOS & Configurarea, execuția și analiza măsurătorilor folosind sistemul de caracterizare și unitatea de tip probe station (Partea 1)	2
6	Caracterizarea unui tranzitor DMOS de putere si joasa tensiune fabricat intr-o tehnologie Bipolar-CMOS-DMOS & Configurarea, execuția și analiza măsurătorilor folosind sistemul de caracterizare și unitatea de tip probe station (Partea 2)	2
7	Colocviu laborator	2
Total:		14

Bibliografie:

Keithley Instruments, Inc., “Model 4200-SCS Semiconductor Characterization System – Reference Manual”, Rev. L / May 2010

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Abilitatea de a înțelege noțiunile studiate în timp real, de a formula întrebări și de a susține discuții pe baza acestora	Evaluare pe parcurs	10%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale și cunoașterea modalității de a rezolva probleme specifice fiecărui dispozitiv studiat	Examen final scris de tip grilă	30%
	Abilitatea de a compara structurile studiate	Examen final scris de tip problemă	20%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Buna înțelegere a cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor.	Colocviu	10%
	Aplicarea cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor.	Colocviu	20%
	Abilitățile de lucru independent folosind software-ul corespunzător	Colocviu	10%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității de laborator			

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)

Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a analiza, proiecta și optimiza dispozitive electronice de putere care reprezintă un domeniu de mare interes în ultima perioadă, existând o cerere importantă de ingineri în domeniul proiectării de dispozitive de putere.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației**



Dispozitivele de putere studiate sunt folosite în permanență în toate companiile comerciale din domeniu. Echipamentele utilizate la laborator sunt folosite în toate companiile comerciale din domeniu care activează în România.

Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale și tendințelor de evoluție tehnologică. Cursul și aplicațiile aferente acestuia asigură studenților cunoștințe și competențe care le oferă posibilitatea angajării rapide după absolvirea facultății într-o companie de prestigiu din domeniu.

Situația actuală pe piața semiconductoarelor a dezvoltat dezechilibrele majore care există între cererea și oferta de produse din acest domeniu care a generat măsuri active și decisive la toate nivelele de decizie inclusiv cele statale și ale Uniunii Europene.

În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere atât cunoștințe, aspecte, fenomene descrise de literatura de specialitate dar și cercetările proprii publicate cât și experiența industrială a titularilor disciplinei.

Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de Universitățile din Cambridge, Warwick și Lausanne etc.

Prin activitățile de laborator se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunța în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Disciplina a fost dezvoltată în acord cu companiile din domeniul microelectronicii care activează în România precum Infineon Technologies, Romania, Microchip Romania și On Semiconductor.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

22.10.2024

Colaborator Dr. Mihai
Brezeanu

Colaborator Dr. Bogdan Ofrim

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea



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



[Handwritten signature]