



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	Licență
1.6 Specializarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Bazele tehnologice ale microelectronicii						
2.2 Titularul activităților de curs	S.I./Lect. Dr. Alexandru Antonescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	S.I./Lect. Dr. Alexandru Antonescu						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.403	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4.5	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	63.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					62
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					10
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	62.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none">· Materiale pentru electronică· Dispozitive electronice· Modele ale componentelor electronice pentru SPICE· Circuite integrate analogice
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: · Determinarea principalilor parametri, elemente constructive și procese fotolitografice asociate structurilor semiconductoare de bază · Analiza limitărilor proceselor tehnologice în stransă legătură cu evoluția dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor integrate. · Identificarea structurilor componente ale unui layout de circuit integrat, elaborarea secțiunilor transversale ale acestora și recunoasterea schemei de circuit
--------------------------------	---

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 videoproiector și computer
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: acces la suita de programe CADENCE, calculatoare cu softurile aferente, preferabil cu două monitoare, sistem de proiecție

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.*)

Structura cursului pleacă de la observația că domeniul tehnic al realizării microsistemelor monolitice este un domeniu matur caracterizat de separarea principalelor tipuri de activități (fiecare tip de activitate având un metabolism propriu): Proiectare (Design), Fabricație (Manufacturing), Testare (Testing).

În acest sens obiectivele majore ale cursului sunt (1) de a prezenta informația fundamentală necesară pentru înțelegerea și exploatarea eficientă a resurselor pe care le oferă procesele de fabricație ale microsistemelor monolitice moderne și (2) de a oferi nivelul de cunoștințe despre proces care asigură comunicarea, înțelegerea și soluționarea problemelor care apar la interfața dintre inginerul proiectant, inginerul tehnolog și cel de testare.

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	C4.1 Înțelegerea proceselor CMOS, BiCMOS și bipolare moderne, astfel încât studentul să poată evalua resursele și limitările caracteristice lor cu scopul rezolvării cerințelor temei de proiect C4.2 Asigurarea nivelului de cunoștințe care să permită evoluția profesională a studentului fie ca proiectant de microsisteme monolitice analogice, digitale sau cu semnale mixte, fie ca tehnolog de proces.
-----------	---



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> <p>Pune în practică elemente de inteligentă emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</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 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 factice.</i></p> <p>Enumeră cele mai importante etape ale procesului tehnologic, limitările acestora și compară diferite tipuri de procese similare, evidențiind principalele asemănări, deosebiri, cât și zona de aplicare a acestora.</p> <p>Definește noțiuni specifice domeniului, în strânsă relație cu circuitul sau dispozitivul analizat sau layout proiectat</p> <ul style="list-style-type: none">• Describe/clasifică noțiuni/procese/fenomene. <p>Evidențiază consecințe și relații.</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 abc.• Lucrează productiv în echipă.• Verifică experimental soluții identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară performanțele circuitelor similare, în urma procesului de testare.• 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 analizează veridicitatea acestora.
	• 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 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.
• 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 rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Predarea se bazează pe comunicarea orală (metodele folosite sunt metoda expositivă și metoda problematizării, utilizate frontal). Acolo unde este necesar se folosește videoproiectorul (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă).

Studenții realizează

(1) analiza proceselor fotolitografice specifice unor dispozitive, circuite și structuri de bază prezente în circuitele integrate

(2) proiectează layout-ul, structura de împerechere a dispozitivelor, structurile de izolare, și editează schema circuitului pentru a obține un layout de calitate.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Prezentarea globală a domeniului microsistemelor monolitice	6
2	Materiale semiconductoare și proprietăți de material	8
3	Sistemul Si-SiO ₂	6
4	Fabricarea plachetelor din siliciu	1
5	Epitaxie. Depuneri de straturi dielectrice, semiconductoare și conductoare	1
6	Straturi native	1
7	Difuzie. Implantare de ioni	2



8	Încapsulare	1
9	Procese (fluxuri) tehnologice pentru fabricarea microsistemelor monolitice	16
	Total:	42

Bibliografie:

Alexandru Mihai Antonescu, *Bazele Tehnologice ale Microelectronicii, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9164>

R.J. Baker, “CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation”, 3rd ed. IEEE Press, Wiley 2010.

T.C. Carusone, D.A. Johns, and K. Martin, “Analog Integrated Circuits Design”, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 2011.

P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R.G. Meyer, “Analysis and Design of Analog Integrated Circuit”, 5th ed., John Wiley & Sons, New York, 2009.

P.R. Gray, R.G. Meyer, “Circuite integrate analogice, Analiză și proiectare”, Editura tehnică, 1997.

A.S. Grove, “Fizica și tehnologia dispozitivelor semiconductoare”, Editura Tehnică, București, 1973.

G.S. May, S.M. Sze, “Fundamentals of Semiconductor Fabrication”, Wiley, 2003.

S.M. Sze, “Semiconductor Devices: Physics and Technology”, 2nd ed., Wiley, 2001.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Familiarizarea cu mediul de proiectare și cu specificațiile de proces submicronic. Analiza parametrilor de proces critici. Specificațiile electrice și de layout ale circuitului CMOS de complexitate mică spre medie care urmează a fi proiectat.	3
2	Analiza Spice a circuitului. LVS. Interacțiunea dintre parametrii electrice și parametrii de proces.	6
3	Proiectarea layout-ului. Regulile de proiectare. DRC. Interdependența dintre parametrii electrice și layout. Împerecherea componentelor	6
4	Finalizarea proiectării electrice și fizice	3
5	Colocviu final de laborator	3
	Total:	21

Bibliografie:

Alexandru Mihai Antonescu, *Bazele Tehnologice ale Microelectronicii, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9164>

A. Hastings, “The Art of Analog Layout”, 2nd ed., Prentice Hall, 2005

R.J. Baker, “CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation”, 3rd ed. IEEE Press, Wiley 2010

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; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice.	Un test scris de verificare în timpul semestrului, susținut la o dată fixată de decanat. Subiectele acoperă 50% din materie ce constă în exerciții și probleme aferente modelelor prezentate în cadrul cursului	30%
	- cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice.	Examen final în sesiune cu posibilitatea de refacere a verificării de pe parcurs	30%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoașterea modului de aplicare a cunoștințelor teoretice pe o problematică specifică de circuit	Un test practic de verificare programat la ultima ședință de laborator, ce urmărește evaluarea gradului de asimilare a cunoștințelor specifice activității de laborator	40%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

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)

Segmentul din piața forței de muncă pe care îl țintește cursul, segment bine reprezentat atât local cât și global, este cel al proiectării și implementării microsistemelor electronice.

Angajatorii reprezentativi, la nivel național și/sau internațional sunt reprezentați atât de companii multinaționale cât și de centre de proiectare, de mărime medie și mică, pentru proiectarea și implementarea microsistemelor electronice.

Programa cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție ale implementării microsistemelor electronice în contextul creșterii agresive a resurselor oferite de dezvoltarea globală a tehnologiilor electronice.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate necesităților calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, 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

09.09.2022

S.I./Lect. Dr. Alexandru
Antonescu

S.I./Lect. Dr. Alexandru
Antonescu



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



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