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	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Circuite micro- şi –nanoelectronice CMOS şi BiCMOS pentru microsisteme			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Ing. Gheorghe Brezeanu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Drd. Ing. Florin Vladoianu			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		F	2.9 Codul disciplinei	4		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	28	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					80
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	83.00
3.8 Total ore pe semestru	125
3.9 Numărul de credite	5

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	· Dispozitive electronice · Circuite Electronice Fundamentale · Circuite Integrate Analogice · Circuite Integrate Digitale · Bazele Tehnologiei Microelectronice · Circuite integrate de joasă tensiune şi mică putere

4.2 de rezultate ale învățării	· Cunoştinţe de dispozitive şi circuite electronice · Analiza circuitelor electrice · Tehnologie microelectronică

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Sală dotată cu tablă, videoproiector şi conexiune la internet
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Săli pentru laborator dotate cu videoproiector şi conexiune la internet. Minim 15 calculatoare cu programe de simulare dedicate circuitelor electronice.

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.)*

Sunt studiate tehnici de reducere a puterii consumate şi a tensiunii de alimentare la circuite analogice fundamentale ca: amplificatoare, surse de curent şi sarcini active, referinţe de tensiune, etaje diferenţiale şi de ieşire cu excursie completă, porţi inversoare, etc., realizate în tehnologie CMOS, bipolară şi BiCMOS.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	· Proiectarea de CMNMs cu tranzistoare MOS nanometrice, tensiuni mici de lucru si consum redus de putere: cerinţe, motivaţie şi aplicaţii tipice · Folosirea programelor de simulare de circuit, pentru analiza si proiectarea de scheme complexe · Capacitatea de selectie si utilizare a modelelor pentru dispozitive MOS cu grade de complexitate în funcţie de aplicaţia concretă · Amplificatoare diferenţiale, inversoare şi etaje de ieşire cu excursie completă · Surse de curenţi mici şi referinţe de joasă tensiune
Transversale (generale)	· Lucrul în echipă pentru coordonarea eforturilor cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii speciale cu diverse grade de dificultate · Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni inginereşti, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta soluţii noi. · Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. · Respectă principiile de etică academică. Citează corect sursele bibliografice utilizate ca referinţe în lucrările proprii.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* · Cunoaşte evolutia circuitelor integrate si a tehnologiilor de realizare; implicatiile legii lui Moore. · Utilizează modele pentru tranzistoare MOS in inversie slaba si cu prag dinamic. · Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/modele pentru amplificatoare, surse de curent şi sarcini active, referinţe de tensiune, etaje diferenţiale şi de ieşire cu excursie completă, porţi inversoare, etc., realizate în tehnologie CMOS, bipolară şi BiCMOS. · Elaborează modele comportamentale pentru circuitele electronice folosite în diverse aplicaţii. · Descrie tehnici complexe de realizare a excursiei complete a semnalului la intrarea şi ieşirea circuitelor micro-nanoelectronice. · Proiectează scheme practice de circuite microelectronice MOS şi BiCMOS: convertoare DC-DC, circuite log-domain.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* · Lucrul în echipă · Rezolvă probleme practice folosind cunoştinţele teoretice · Identifică aplicaţii practice pentru circuitele electronice studiate · Identificarea limitărilor impuse circuitului de arhitectură şi de comportamentul dispozitivelor electronice micro-nanometrice · Analiza CMNMs · Identificarea importanţei parametrilor de model în funcţionarea electrică a dispozitivelor şi circuitelor
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 arhitecturi noi de circuit. · Colaborează cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice · Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat · Contribuie prin soluţii noi, aferente circuitelor electronice pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. · Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). · Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. · Analizează şi valorifică oportunităţi de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. · Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa reală.

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.)*

Predarea cursului foloseşte ca suport o prezentare pe capitole (cu respectarea cuprinsului de la punctul 10.) utilizând videoproiectorul în Power point. Conţinutul prezentării este explicat în detaliu şi comentat în faţa studenţilor. Suportul Power point al cursului este disponibil pe Moodle.

La laborator se stimulează creativitatea. Este utilizată şi metoda problematizării. Fiecarui student îi este alocată o temă de simulare a unui circuit complex din capitolele de la curs. Sunt parcurse şi analizate succesiv blocurile esenţiale din structura circuitului de simulat: comutatoare, surse de curent, referinţe de tensiune, comparatoare.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	1. Scalarea circuitelor integrate la dimensiuni nanometrice. Implicatii. Limite 1.1 Evoluţia CI submicronice.Scalarea 1.2 Tehnici specifice de proiectare 1.3 Limitele puterii / tensiunii de alimentare in circuite integrate	2
2	2. Fizica si modelarea tranzistoarelor MOS nanometrice. Tehnologii CMOS si BiCMOS nanometrice 2.1 Tranzistorul MOS in inversie slabă 2.2 Tranzistorul cu prag dinamic (DTMOS) 2.3 Saturatia vitezei si scaderea mobilitatii in canale nanometrice 2.4 Structura tranzistorului MOS de dimensiuni nanometrice 2.6 Dielectrici de inalta permitivitate. Grosimea echivalenta a oxidului 2.7 Metale pentru electrozi si interconexiuni 2.8. Izolarea zgomotului. Protectia la descarcari electrostatice	6
3	3. Amplificatoare de joasă tensiune cu excursie completă 3.1 AO cu etaj de intrare cu tranzistoare complementare 3.2 AO cu etaj de intrare cu tranzistoare nMOS	2
4	4. Circuite CMOS cu tranzistoare cu prag reglabil 4.1 AO cu DTMOS de joasă tensiune 4.2 Referinta de joasa tensiune cu DTMOS. 4.3 AO cu tranzistoare MOS cu prag comandat în curent	4
5	5. Surse de curent şi referinţe de tensiune 5.1 Parametrii surselor de curent 5.2 Surse de curenti mici 5.3 Surse cascodă cu excursie mărită 5.4 Surse cu rezistenta mare de iesire 5.5 Surse cu excursie si rezistenţă de iesire mari 5.6 Surse cu auto polarizare 5.7 Referinţe de tensiune mai mici de 1V 5.8 Stabilizatoare LDO	6
6	6. Convertoare DC-DC 6.1 Schema Bloc 6.2 Convertorul cu revenire 6.3 Convertorul direct 6.4 Convertorul in contratimp	4

7	7. Integratoare log- domain 7.1 Conceptul domeniu-log (log- domain) 7.2 Principiul neliniarităţii 7.3 Integrator domeniu-log bipolar 7.4 Integrator domeniu-log CMOS 7.5 Integrator domeniu-log BiCMOS	4
	Total:	28

Bibliografie:

1. G.Brezeanu, *Circuite nanoelectronice CMOS si BiCMOS* - suport de curs (electronic), 2025.
2. G. Brezeanu, F. Draghici, Circuite electronice fundamentale, Ed. Niculescu, Bucuresti, 2013.
3. P.R.Gray, P.J. Hurst, S.H.Lewis,R.G.Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, editia 4, J.Whiley&Sons, 2001.
4. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGrawHill, 2001.
5. T.H. Lee The Design of CMOS Radio Frequency IC ,Cambridge University Press, 1998.
6. A. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits,Oxford University Press, 2004.
7. IEEE Journal of Solid State Circuits, colectia revistei pe perioada 2000- 2022.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	1. Mediul de simulare, configurare (Cadence, Mentor Graphics, etc.)	2
2	2. Alocarea temelor. Identificarea blocurilor de bază din componenţa circuitului complex.	2
3	3. Selecţia tehnologiei micro-nanoelectronice în care se simulează circuitul. Analiza parametrilor de dispozitiv.	2
4	4. Simularea blocurilor componente: comutatorul MOS, surse de curent.	2
5	5. Simularea blocurilor componente: referinţe de tensiune, comparator.	2
6	6. Simulare la nivel de circuit complex.	2
7	7. Validarea funcţionării. Evaluare.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. G. Brezeanu, F. Draghici, Circuite electronice fundamentale, Ed. Niculescu,Bucuresti, 2013
2. P.R.Gray, P.J. Hurst, S.H.Lewis,R.G.Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, editia 4, J.Whiley&Sons, 2001
3. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits , McGrawHill, 2001.
4. G. Brezeanu, F. Draghici, F. Mitu, G. Dilimot Circuite electronice fundamentale- probleme Ed. Rosetti Educational,Bucuresti, 2008.
5. IEEE Journal of Solid State Circuits, colectia revistei pe perioada 2000- 2022.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală

11.4 Curs	Cunoaşterea conceptelor fundamentale de proiectare a circuitelor integrate micro-nanoelectronice 2. Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice 3. Însuşirea modului de funcţionare a circuitelor prezentate şi aria de aplicaţii pentru CMNMs	Întrebări adresate studentilor în timpul cursului privind funcţionarea circuitelor prezentate si rolul blocurilor componente	20%
	Cunoaşterea conceptelor fundamentale de reducere a tensiunii de alimentare şi puterii consumate la circuitele integrate analogice 2. Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; 3. Însuşirea modului de funcţionare a circuitelor prezentate şi aria de aplicaţii pentru CIJTMP	Examenul final constă în întebări şi probleme de analiză de scheme de CMNMs realizate în tehnologie CMOS şi BiCMOS.	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Abilităţi de simulare şi testare a blocurilor de bază dintr-un CMNMs	Notarea studenţilor la fiecare etapă a laboratorului funcţie de îndeplinirea cerinţelor de etapă. Evaluarea finală.	30%
11.6 Condiţii de promovare			
Obţinerea a 50% din punctajul total aferent activităţii pe parcursul semestrului (curs/laborator)			

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)

Circuitele integrate analogice reprezintă un domeniu cheie al microelectronicii cu o problematică complexă. Companiile multinaţionale de microelectronică, producători mondiali consacraţi de circuite şi sisteme analogice şi mixte (Infineon, Microchip, ONSEMI), precum şi expansiunea în zona proiectării anologice a firmelor de telecomunicaţii şi de echipamente electronice de larg consum au mărit substanţial cererea de ingineri calificaţi, cu competenţe şi cunoştinţe avansate de circuite integrate. Disciplina CMNMs asigură absolvenţilor competenţe de analiză, proiectare şi testare a circuitelor analogice şi însuşirea de tehnici pentru reducerea tensiunii de alimentare şi a puterii consumate. Se respectă astfel politica Universităţii Politehnica din Bucureşti de promovare a disciplinelor strâns legate de cerinţele unei industrii de vârf cum este microelectronica şi de exigenţele procesului de cercetare şi inovare în acest domeniu.

Data completării Titular de curs Titular(i) de aplicaţii

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

21.09.2026	Prof. Dr. Ing. Gheorghe Brezeanu	Drd. Ing. Florin Vladoianu

Data avizării în departament — Director de departament

22.09.2026 — Prof. Dr. Claudius Dan

Data aprobării în Consiliul Facultății — Decan

22.09.2026 — Prof. Dr. Mihnea Udrea