



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)		Circuite integrate de joasă tensiune și mică putere					
2.1 Denumirea disciplinei (en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Ing. Gheorghe Brezeanu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Dr. Ing. Vlad Anghel					
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	II	2.6 Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.08.O.413	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					80
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none">• Dispozitive electronice• Circuite Electronice Fundamentale• Circuite Integrate Analogice• Circuite Integrate Digitale• Bazele Tehnologiei Microelectronice
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	<ul style="list-style-type: none">• Cunoștințe de dispozitive și circuite electronice• Analiza circuitelor electrice• Tehnologie microelectronică
--------------------------------	---

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

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

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.*)

Sunt studiate tehnici de reducere a puterii consumate și a tensiunii de alimentare la circuite analogice fundamentale ca: amplificatoare, surse de curent și sarcini active, referințe de tensiune, etaje diferențiale și de ieșire cu excursie completă, porți inversoare, etc., realizate în tehnologie CMOS, bipolară și BiCMOS.

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	<ul style="list-style-type: none">• CIJTMP: cerințe, motivație și aplicații tipice• Modele pentru tranzistoare MOS și bipolare nanometrice.• Comparații între tehnologiile CMOS, bipolară și BiCMOS• Amplificatoare diferențiale, inversoare și etaje de ieșire cu excursie completă• Structuri de circuit ce asigură limitarea puterii consumate și a tensiunii de lucru• Surse de curenți mici și referințe de joasă tensiune• Scheme practice de CIJTMP: referințe de tensiune, surse de curent, amplificatoare, inversoare, stabilizatoare LDO
Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">• Lucrul în echipă pentru coordonarea eforturilor cu ceilalți pentru rezolvarea de situații speciale cu diverse grade de dificultate• Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ingineresti, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta soluții noi.• Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.• Respectă principiile de etică academică. Citează corect sursele bibliografice utilizate ca referințe în lucrările proprii.

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*



Învățărilor 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 factive.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Descrie și explică cele mai importante tehnici de reducere a puterii consumate și a tensiunii de alimentare la CIJTMP.• Definește noțiuni specifice circuitelor electronice de joasă tensiune și mică putere• Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/modele pentru amplificatoare, surse de curent și sarcini active, referințe de tensiune, etaje diferențiale și de ieșire cu excursie completă, porți inversoare, etc., realizate în tehnologie CMOS, bipolară și BiCMOS.• Definește regimuri de polarizare în curent continuu, la curenți mici, pentru dispozitivele active.• Elaborează modele comportamentale pentru circuitele electronice folosite în diverse aplicații• Descrie tehnici de realizare a excursiei complete a semnalului la intrarea și ieșirea CIJTMP
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">• Lucrul în echipă• Rezolvă probleme practice folosind cunoștințele teoretice• Propune aplicații practice pentru circuitele electronice studiate• Identificarea limitărilor impuse circuitului de comportamentul dispozitivelor electronice polarizate la curenți mici și puteri reduse• Distincția între modurile de operare liniar și neliniar ale circuitelor și, respectiv, între conducția sub și peste prag.• Analiza CIJTMP• Definește funcția de transfer pentru un circuit electronic• Identificarea importanței parametrilor de model în funcționarea electrică a dispozitivelor și circuitelor



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	<ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.• Demonstrează receptivitate pentru arhitecturi noi de circuit.• Colaborează cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat• Contribuie prin soluții noi, aferente circuitelor electronice 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 dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața 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 studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Predarea cursului folosește ca suport o prezentare pe capitole (cu respectarea cuprinsului de la punctul 10.) utilizând videoproiectorul în Power point. Conținutul prezentării este explicat în detaliu și comentat în fața studenților. O serie de noțiuni și probleme de complexitate mai mare sunt demonstrate la tablă. Suportul Power point al cursului este disponibil pe Moodle.

La proiect se stimulează lucrul în echipă. Este utilizată și metoda problematizării. Fiecare student este alocat unei echipe ce are sarcini de conceptualizare, proiectare, simulare într-un proces tehnologic dat, management și marketing. Tema pe echipe constă în dezvoltarea unui circuit specializat de joasă tensiune și mică putere. Implicarea directă a studenților în rezolvarea sarcinilor aferente unei etape din procesul de realizare a circuitului proiectat este regula de bază a proiectului. Lucrul în echipă este o condiție esențială în finalizarea proiectului.

Documentația necesară realizării proiectului este oferită prin colaborarea cu compania mutinațională de microelectronică ONSEMI.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Modelarea tranzistoarelor din CIJTMP 1.1. Tranzistorul MOS în inversie slabă și inversie puternică 1.2. Tranzistorul bipolar npn și pnp lateral nanometric 1.3. Comparatie între tranzistorele MOS și bipolar 1.4 Parametri SPICE pentru tranzistoare MOS și bipolare	2



2	CIJTMP CMOS 2.1. Tehnologia CMOS 2.2. Etaje diferențiale cu excursie completă a semnalului 2.3. Etaje de ieșire cu excursie completă 2.4. Amplificatoare CMOS de joasă tensiune (<1,5V) 2.5 Referințe CMOS de foarte joasă tensiune (<0,5V) și putere (pW) cu tranzistoare în inversie slabă	11
3	CIJTMP bipolare 3.1. Tehnologia bipolară 3.2 Circuite de eșantionare și memorare 3.3. Amplificatoare de bandă largă cu câștig reglabil 3.4. Referințe de joasă tensiune cu tranzistoare bipolare compensate în temperatură	5
4	CIJTMP BiCMOS 4.1. Tehnologia BiCMOS: comparație cu tehn. CMOS și bipolară 4.2. Porți inversoare cu excursie completă și consum redus 4.3. Referințe BiCMOS de joasă tensiune compensate în temperatură 4.4 Stabilizatoare cu diferență de tensiune intrare-ieșire redusă(LDO) 4.5 Amplificatoare CASCOD BiCMOS	10
	Total:	28

Bibliografie:

1. G.Brezeanu, Circuite Integrate de joasa tensiune si mica putere - suport de curs (electronic), <https://archive.curs.upb.ro/2020/course/view.php?id=10124>.
2. G.Brezeanu, Circuite Integrate de joasa tensiune si mica putere - suport de curs (electronic), 2011
3. G. Brezeanu, F. Draghici, Circuite electronice fundamentale, Ed. Niculescu, Bucuresti, 2013.
4. P.R.Gray, P.J. Hurst, S.H.Lewis, R.G.Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, editia 4, J.Wiley&Sons, 2001.
5. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGrawHill, 2001.
6. T.H. Lee The Design of CMOS Radio Frequency IC ,Cambridge University Press, 1998.
7. A. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 2004.
8. IEEE Journal of Solid State Circuits, colectia revistei pe perioada 2000- 2019.

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Etapa 1 - Atribuirea temelor – Proiectarea unui bloc de bază dintr-un dintr-un circuit integrat de joasă tensiune și mică putere	2
2	Etapa 2 – CAD – configurarea programului de proiectare și a modelelor de dispozitiv folosite în simulare	2
3	Etapa 3 - Tehnologie – configurarea și optimizarea parametrilor tehnologici pentru analiza Monte Carlo	2
4	Etapa 4 – Proiectare – proiectarea circuitului conform datelor de proiectare	2
5	Etapa 5 – Simulare – Simulări în regim tranzitoriu	2
6	Etapa 6 – Testare teste extinse prin simulări cu variații ale alimentării, temperaturii și procesului tehnologic	2

7	Etapa 7 – Evaluare finală Prezentarea și notarea proiectelor	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. G. Brezeanu, Circuite Integrate de joasă tensiune și mică putere - suport de curs (electronic), <https://archive.curs.upb.ro/2020/course/view.php?id=10124>
2. G. Brezeanu, F. Draghici, Circuite electronice fundamentale, Ed. Niculescu, București, 2013
3. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, editia 4, J. Wiley&Sons, 2001.
4. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits , McGrawHill, 2001.
5. G. Brezeanu, F. Draghici, F. Mitu, G. Dilimot Circuite electronice fundamentale- probleme Ed. Rosetti Educational, București, 2008.
6. IEEE Journal of Solid State Circuits, colecția 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	1. Cunoașterea conceptelor fundamentale de reducere a tensiunii de alimentare și puterii consumate la circuitele integrate analogice 2. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice 3. Însușirea modului de funcționare a circuitelor prezentate și aria de aplicații pentru CIJTMP	Un test de verificare la mijlocul semestrului, cu întrebări și probleme de analiză de scheme de CIJTMP realizate în tehnologie CMOS	35
	1. Cunoașterea conceptelor fundamentale de reducere a tensiunii de alimentare și puterii consumate la circuitele integrate analogice 2. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; 3. Însușirea modului de funcționare a circuitelor prezentate și aria de aplicații pentru CIJTMP	Verificare finală cu posibilitatea de refacere a verificării pe parcurs. Examenul final constă în probleme de analiză și proiectare pe scheme de CIJTMP realizate în tehnologie bipolară și BiCMOS.	35



11.5 Seminar/laborator/proiect	Abilități de proiectare, simulare și testare a unui bloc de bază dintr-un CIJTMP	Notarea studenților la fiecare etapă a proiectului funcție de îndeplinirea cerințelor de etapă. Evaluarea finală a proiectului	30
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none">Obținerea a 50% din punctajul total aferent activității pe parcursul semestrului (proiect/curs)			

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)

Circuitele integrate analogice reprezintă un domeniu cheie al microelectronicii cu o problematică complexă. Companiile multinaționale de microelectronică, producători mondiali consacrați de circuite și sisteme analogice și mixte (Infineon, Microchip, ONSEMI), precum și expansiunea în zona proiectării analogice a firmelor de telecomunicații și de echipamente electronice de larg consum au mărit substanțial cererea de ingineri calificați, cu competențe și cunoștințe avansate de circuite integrate. Disciplina CIJTMP asigură absolvenților competențe de analiză, proiectare și testare a circuitelor analogice și mixte, însușirea de tehnici pentru reducerea tensiunii de alimentare și a puterii consumate. Se respectă astfel politica Universității Politehnica din București de promovare a disciplinelor strâns legate de cerințele unei industrii de vârf (microelectronica) și de exigențele procesului de cercetare și inovare în acest domeniu.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

17.10.2024

Prof. Dr. Ing Gheorghe Brezeanu

Dr. Ing. Vlad Anghel

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan



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



01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea