



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	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Licență
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Circuite integrate analogice						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Cosmin Radu Popa						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Cosmin Radu Popa						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	D	2.9 Codul disciplinei	04.D.05.O.003	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					55
Tutorat					0
Examinări					5
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	55.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Dispozitive electronice. Circuite electronice fundamentale
4.2 de rezultate ale învățării	Cunostinte generale de dispozitive si circuite electronice

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

5.1 Curs	Intelegerea notiunilor prezentate la curs.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezenta obligatorie la laborator (conform regulamentului studiilor universitare de licență).



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.)*

Prezentarea principiilor care stau la baza analizei, proiectării, optimizării performanțelor și aplicațiilor circuitelor integrate analogice MOS și bipolare. Funcționarea și analiza principalelor subcircuite: surse de curent, referințe de curent și referințe de tensiune, etaje de amplificare de semnal mic, amplificatoare diferențiale, etaje de ieșire, circuite de protecție. Prezentarea structurilor interne ale circuitelor integrate analogice, cu accent asupra configurațiilor elementare de amplificatoare operationale. Analiza diferitelor elemente de ne-idealitate pentru amplificatoarele operationale studiate. Studiul răspunsului în frecvență al circuitelor și analiza stabilității circuitelor cu reacție. Analiza structurilor liniare și neliniare de calcul analogic.

Aplicații practice ale circuitelor studiate la curs, analiză și proiectarea diferitelor subcircuite cu mare aplicabilitate în zona circuitelor integrate analogice, de tipul amplificatoarelor diferențiale, surselor de curent, structurilor interne de amplificatoare operationale, diferitelor aplicații liniare și neliniare cu amplificatoare operationale. Calcule manuale și validarea prin simulare a elementelor semnificative ale funcționării circuitelor analogice studiate.

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	Crearea abilităților de a aplica cunoștințele generale privind circuitele integrate analogice, atât în proiectarea unor sisteme care includ aceste circuite, cât și în proiectarea unor circuite integrate analogice propriu zise. Posibilitatea de a evalua pe baza cunoștințelor dobândite ce tip de circuite integrate analogice și în ce manieră pot fi acestea utilizate pentru o eficientă rezolvare a unor cerințe concrete.
Transversale (generale)	Comportament general adecvat.

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.

În urma parcurgerii și însușirii materiei predate la cursul de "Circuite integrate analogice", studenții vor dobândi o multitudine de cunoștințe legate de modul de funcționare al acestei categorii foarte importante de circuite actuale, cu o perspectivă foarte rapidă de dezvoltare în următorii ani.

Cursul de "Circuite integrate analogice" studiază blocurile fundamentale ale circuitelor electronice, analizate și proiectate din perspectiva implementării lor în tehnologie integrată. Aceasta particularitate a realizării integrate modifică fundamental principiile de proiectare, precum și arhitecturile specifice fiecărei clase de circuite, în comparație cu implementările realizate cu componente discrete. În acest sens, apar elemente suplimentare ce vor fi analizate, legate de împerecherile între parametrii dispozitivelor, sau legate de erorile și limitările specifice asociate implementării într-o anumită tehnologie, în strânsă corelație cu dificultățile suplimentare impuse de reducerea continuă a dimensiunilor dispozitivelor integrate.

Capitolul I reprezintă o recapitulare și o sintetizare a noțiunilor elementare legate de modelarea dispozitivelor bipolare și MOS, studiate la disciplinele anterioare. Aplicațiile liniare și neliniare din Capitolul al II-lea (de tipul amplificatoarelor inversoare și neînversoare, a amplificatoarelor de adunare sau de diferență, a circuitelor redresoare sau a celor pentru implementarea funcțiilor logaritmice sau exponentiale) utilizează amplificatoare operationale ideale. Disponibilitatea în practică doar a amplificatoarelor operationale reale conduce la apariția unor abateri de la funcționarea idealizată, ceea ce impune și justifică continuarea cursului, în vederea studiului structurilor interne a amplificatoarelor operationale. Apare, deci, necesitatea studierii blocurilor constitutive ale amplificatoarelor operationale, de tipul surselor de curent (Capitolul al III-lea), al etajelor de amplificare elementară și al amplificatoarelor diferențiale (Capitolul al IV-lea), precum și al etajelor de ieșire (Capitolul al V-lea). Valorificând toate cunoștințele asimilate în aceste capitole, în Capitolul al VI-lea se analizează structuri interne de amplificatoare operationale și se evaluează calitativ și cantitativ abaterile de la idealitate și limitările practice ale acestor circuite reale, în comparație cu circuitele ideale, analizate în Capitolul al II-lea. Pornind de la arhitecturile concrete ale amplificatoarelor operationale studiate în Capitolul al VI-lea, se reiau aplicațiile cu amplificatoare operationale (prezentate în Capitolul al II-lea) și se evaluează efectul parametrilor amplificatoarelor operationale reale asupra performanțelor circuitelor studiate. Se propun metode de îmbunătățire a performanțelor amplificatoarelor operationale, cu un impact direct în maximizarea performanțelor aplicațiilor studiate în Capitolul al II-lea. Capitolul al VII-lea tratează răspunsul în frecvență al circuitelor, prezentând criterii și metode concrete de evaluare a stabilității circuitelor analogice.



Aptitudini	<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> Bazându-se pe cunoștințele dobândite în urma parcurgerii și însușirii cunoștințelor aferente disciplinei de "Circuite integrate analogice", studenții vor fi capabili să înțeleagă funcționarea celor mai importante categorii de circuite integrate analogice. Pornind de la noțiunile teoretice explicate în detaliu, studenții vor putea propune soluții concrete pentru rezolvarea unei multitudini de situații practice, fiind capabili să compare cele mai bune realizări concrete și să aleagă varianta optimă de implementare. Vor fi capabili să selecteze și să grupeze informațiile relevante într-un context dat, precum și să utilizeze în mod argumentat principiile specifice analizei circuitelor integrate analogice în vederea proiectării unor circuite având performanțele solicitate de aplicațiile cărora le sunt destinate. Studenții vor verifica experimental soluțiile identificate pentru proiectarea circuitelor propuse în vederea rezolvării unor aplicații practice concrete, valorificând soluțiile optime în vederea elaborării unor planuri de rezolvare a problemelor practice existente. În final, studenții vor fi capabili să formuleze concluzii ale studiilor și experimentelor realizate, argumentând alegerea soluțiilor specifice și a modurilor de rezolvare propuse. Aprofundând noțiunile teoretice și practice, studenții își vor dezvolta aptitudini legate de studiul celor mai recente referințe bibliografice în domeniu, precum și capacitatea de a lucra în echipă în vederea elaborării unui proiect de cercetare de complexitate medie. Studenții vor fi capabili să prezinte și să justifice în mod coerent alegerea unei anumite soluții de proiectare a circuitului studiat și să prezinte avantajele acestei decizii.
Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i> Studenții vor respecta principiile de etică academică, citând în mod corect sursele bibliografice utilizate. Ei vor manifesta responsabilitate socială, prin implicare activă în evenimentele din comunitatea academică, un exemplu relevant în acest sens fiind implicarea deosebit de importantă a studenților în organizarea și desfășurarea concursului studentesc de analiză și proiectare a circuitelor integrate analogice "Tudor Tanasescu". Studenții vor demonstra receptivitate pentru contexte noi de învățare, realizând un echilibru între colaborarea cu ceilalți colegi și cadre didactice și demonstrarea autonomiei în organizarea contextului de învățare sau a situației de rezolvat. Vor promova soluții noi, aferente domeniului specific al circuitelor integrate analogice, în vederea îmbunătățirii vieții sociale, constientizând valoarea contribuției lor în domeniul ingineriei la identificarea unor soluții sustenabile care să rezolve probleme economice concrete. Studenții vor analiza și valorifica oportunități de afaceri și de dezvoltare antreprenorială în domeniul proiectării circuitelor integrate analogice, dezvoltând 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 se bazează pe folosirea videoproiectorului și programul MS Teams, cursul incluzând o multitudine de simulări ale circuitelor analizate, utile pentru o mai bună înțelegere a noțiunilor predate și pentru o evaluare concretă a limitărilor circuitelor studiate.

Materialele de curs sunt reprezentate de notele și prezentările de curs, disponibile pe Moodle și pe site-ul: <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9052>.



Predarea la seminar porneste de la explicațiile cadrului didactic și are la bază implicarea directă a studenților în rezolvarea problemelor. Problemele pentru seminar sunt disponibile sub formă tipărită (a se vedea bibliografia). Cunoștințele teoretice aprofundate la seminar vor reprezenta baza teoretică a lucrărilor de laborator.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	"Modelarea dispozitivelor bipolare și MOS" - Introducere. Modelarea dispozitivelor bipolare și MOS; analiza efectelor de ordin secundar	2
2	"Aplicații ale amplificatoarelor operationale" - Aplicații liniare și neliniare ale amplificatoarelor operationale ideale. Parametrii amplificatoarelor operationale și abateri de la idealitate ale acestora. Comparatorul elementar și comparatorul cu histerezis	9
3	"Surse de curent și surse de tensiune" - Surse de curent și surse de tensiune elementare. Surse de curent cascod și surse de curent cu autopolarizare. Referințe de curent și referințe de tensiune. Tehnici de corectare a caracteristicii de temperatură a referințelor de tensiune. Metode de îmbunătățire a rejecției tensiunii de alimentare pentru circuitele studiate	7
4	"Amplificatoare elementare" - Etaje de amplificare elementare. Studiul amplificatoarelor diferențiale - funcționarea la semnal mare și analiză de semnal mic; determinarea domeniului maxim al tensiunii de mod comun de intrare și funcționarea rail-to-rail. Studiul amplificatoarelor diferențiale având ca sarcină o sursă de curent cu polarizare independentă, al amplificatoarelor diferențiale având ca sarcină o oglindă de curent, precum și al amplificatoarelor diferențiale cu sarcină cascod. Evaluarea și îmbunătățirea CMRR și a PSRR; diferențieri în funcție de tipul ieșirii (simplă sau diferențială). Determinarea efectului asimetriilor asupra funcționării amplificatoarelor diferențiale	8
5	"Etaje de ieșire" - Etaje de ieșire: clase de funcționare, configurații, funcționare, caracterizare	2
6	"Amplificatoare operationale. Structuri interne" - Studiul structurilor interne ale amplificatoarelor operationale. Amplificatoare operationale cascod și folded cascod. Evaluarea ne-idealităților amplificatoarelor operationale și metode de îmbunătățire a performanțelor acestora. Funcționarea rail-to-rail a amplificatoarelor operationale	9
7	"Răspunsul în frecvență al circuitelor. Stabilitatea circuitelor" - Diagrame Bode. Metode de analiză a răspunsului în frecvență (analiză directă, metoda constantelor de timp de gol și de scurtcircuit, teorema lui Miller). Evaluarea stabilității circuitelor. Compensarea în frecvență a amplificatoarelor operationale, pol dominant, split-area polilor	5
Total:		42

Bibliografie:

<https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9052> - material complet curs disponibil pe Moodle și Teams

Anca Manolescu, Anton Manolescu, Cosmin Popa, *Analiza și proiectarea circuitelor integrate analogice VLSI CMOS*, Editura Printech, 2006

Anca Manolescu, Anton Manolescu, Cosmin Popa, *Circuite integrate analogice*, Editura Universității Politehnice din București, 2005

Cosmin Popa, *Circuite integrate analogice. Indrumar de laborator*, Editura Printech, 2014



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



LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Prezentare program simulare LT Spice	2
2	Studiul experimental al circuitelor elementare cu amplificatoare operationale	2
3	Simularea funcționării circuitelor elementare cu amplificatoare operaționale	2
4	Evaluarea prin simulare a parametrilor amplificatoarelor operaționale. Studiul experimental al parametrilor și caracteristicilor amplificatoarelor operaționale	2
5	Simularea funcționării surselor de curent. Simularea funcționării referințelor de tensiune	2
6	Simularea funcționării amplificatoarelor diferențiale	2
7	Recapitulare. Colocviu laborator	2
	Total:	14

SEMINAR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Aplicatii liniare cu amplificatoare operationale ideale	2
2	Aplicatii neliniare cu amplificatoare operationale ideale	2
3	Recapitulare circuite electronice fundamentale. Parametrii amplificatoarelor operationale	2
4	Surse de curent. Referinte de tensiune	2
5	Amplificatoare diferentiale. Etaje de iesire	2
6	Structuri interne de amplificatoare operationale	2
7	Raspunsul in frecventa si analiza stabilitatii circuitelor. Test evaluare activitate seminar	2
	Total:	14

Bibliografie:

<https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9052> - material complet curs disponibil pe Moodle
Anca Manolescu, Anton Manolescu, Cosmin Popa, *Analiza și proiectarea circuitelor integrate analogice VLSI CMOS*, Editura Printech, 2006
Anca Manolescu, Anton Manolescu, Cosmin Popa, *Circuite integrate analogice*, Editura Universității Politehnice din București, 2005
Cosmin Popa, *Circuite integrate analogice. Indrumar de laborator*, Editura Printech, 2014

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Examen final	Cunoasterea notiunilor teoretice fundamentale. Cunoasterea modalitatii de a rezolva probleme specifice circuitelor integrate analogice	50%



11.5 Seminar/laborator/proiect	Evaluarea activității de la seminar	Cunoașterea noțiunilor teoretice și a modalităților de aplicare a acestora în vederea soluționării unor probleme și aplicații specifice circuitelor integrate analogice	20%
	Evaluarea modalității de realizare a lucrărilor de laborator	Cunoașterea noțiunilor teoretice și a modalităților de aplicare a acestora în vederea soluționării unor probleme și aplicații specifice circuitelor integrate analogice	30%
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 (SEIS)

Analiza și proiectarea circuitelor integrate analogice reprezintă un domeniu de mare interes în ultima perioadă, existând o cerere importantă de ingineri în domeniul proiectării circuitelor integrate analogice. Structurile analogice studiate și proiectate prezintă o multitudine de aplicații concrete în majoritatea domeniilor electronicii, precum și în domenii ce utilizează în mod indirect circuitele electronice.

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.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2025

Prof. Dr. Ing. Cosmin Radu Popa Prof. Dr. Ing. Cosmin Radu Popa

Data avizării în departament

Director de departament

26.09.2025

Conf. Dr. Bogdan Cristian Florea

Data aprobării în Consiliul Facultății Decan



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



26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea