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	Licenţă
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Circuite integrate analogice Analogic Integrated Circuits			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Ş.L. dr. ing. Şerban MIHALACHE			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Ş.L. dr. ing. Şerban MIHALACHE			
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	I	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 activităţilor didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	70.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
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					50
Tutorat					0
Examinări					5
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: – Dispozitive electronice; – Circuite electronice fundamentale.
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe generale: – principii fundamentale în analiza circuitelor electronice; – modelarea semnalelor şi sistemelor electronice analogice.

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

5.1 Curs	– Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Seminarul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector. – Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, trebuind să includă: calculatoare, platforme hardware experimentale, software specializat (LTSpice). – Prezenţa obligatorie la şedinţele de laborator (conform regulamentului studiilor universitare de licenţă în UNSTPB).

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.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale / specializările „Electronică aplicată” şi „Tehnologii şi sisteme de telecomunicaţii” (cu predare în limba engleză) şi îşi propune să familiarizeze studenţii cu aspectele fundamentale care stau la baza analizei, proiectării, optimizării performanţelor şi aplicaţiilor circuitelor integrate analogice CMOS şi bipolare. Se studiază funcţionarea şi analiza principalelor sub-circuite: surse de curent, surse de curent şi referinţe de tensiune, etaje de amplificare de semnal mic, amplificatoare diferenţiale, etaje de ieşire, circuite de protecţie. Sunt prezentate structurile interne ale circuitelor integrate analogice, cu accent asupra celor mai importante topologii de amplificatoare operaţionale. Se realizează analiza diferitelor elemente de neidealitate ale amplificatoarelor operaţionale studiate. Se studiază răspunsul în frecvenţă al circuitelor şi analiza stabilităţii circuitelor cu reacţie, precum şi structuri liniare şi neliniare de calcul analogic.

Aplicaţii practice de seminar şi laborator au ca obiectiv însuşirea practică a principalelor circuite studiate la curs şi a tehnicilor de analiză şi proiectare a diferitelor sub-circuite cu mare aplicabilitate în zona circuitelor integrate analogice, prin calcule manuale şi validarea prin simulare a elementelor semnificative ale funcţionării circuitelor analogice studiate.

Toate acestea contribuie la transmiterea către studenţi a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice şi procedurale aferente domeniului circuitelor integrate analogice.

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	– Demonstrează că deţine cunoştinţe de bază privind metodele de analiză şi proiectare a circuitelor analogice, caracterizarea comportamentului în domeniile timp şi frecvenţă, proiectarea sistemelor electronice analogice bazate pe amplificatoare operaţionale şi descrierea funcţionării şi a principiilor de bază ale aplicaţiilor liniare şi neliniare folosind amplificatoare operaţionale. – Aplică practic cunoştinţele teoretice dobândite, utilizează medii de simulare şi realizează montaje experimentale pentru analiza şi proiectarea circuitelor analogice. – Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare a unei situaţii, în funcţie de problemele identificate şi identifică soluţii. – Argumentează si analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunoştinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifică. – Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente şi corecte, în scris şi oral. – Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înţelegerea şi aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului proiectării circuitelor analogice, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	– Comunică eficient, în special în timpul orelor de aplicaţii, coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie. – Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, de a identifica soluţii, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii. – Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. – Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. – Pune în practică elemente de inteligenţă emoţională în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa academică, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres.

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.* – Defineşte corect noţiunile de bază ale domeniului analizei şi proiectării circuitelor integrate analogice: punct static de funcţionare, analiză în curent alternativ, model de semnal mic, superpoziţie, mod comun, mod diferenţial, funcţie de transfer, răspuns în frecvenţă, criterii de stabilitate etc. – Descrie în mod corespunzător conceptele fundamentale şi mărimile caracteristice ce descriu funcţionarea şi performanţa circuitelor integrate analogice. – Evidenţiază modalităţile de analiză a răspunsului în frecvenţă a unui sistem electronic analogic şi a investigării stabilităţii acestuia. – Identifică în mod corect rolul dispozitivelor în funcţionarea circuitelor integrate analogice. – Înţelege tehnicile de compensare a dependenţei de temperatură a surselor de curent şi a referinţelor de tensiune. – Înţelege tehnicile de modelare ale etajelor de amplificare, rolul acestora în proiectarea amplificatoarelor operaţionale şi avantajele şi dezavantajele implicate. – Înţelege şi descrie corespunzător efectul toleranţelor dispozitivelor şi tehnicile de împerechere pentru reducerea senzitivităţii circuitelor la acestea.
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).* – Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice de analiză şi proiectare a circuitelor integrate analogice. – Utilizează argumentat conceptele de analiză şi proiectare a circuitelor integrate analogice în vederea abordării corecte a unor probleme. – Verifică experimental soluţiile identificate pentru rezolvarea practică a aplicaţiilor circuitelor integrate analogice. – Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentele realizate. – Argumentează modul de rezolvare şi soluţiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.
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 contexte noi de învăţare. – Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice. – Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învăţare şi a problemelor de rezolvat. – Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică. – Analizează oportunităţi de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoştinţele dobândite în domeniu. – Demonstrează abilităţi de management ale situaţiilor din viaţa reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învăţare).

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.)*

– Cursurile sunt predate într-o manieră interactivă, fiind încurajată participarea activă a studenţilor. Sunt folosite atât metode clasice de predare (prelegerea şi expunerea), utilizând prezentări PowerPoint prin intermediul mijloacelor multimedia, cât şi interactive, bazate pe întrebări-răspunsuri şi feedback-ul studenţilor, adaptând permanent demersul pedagogic la posibilităţile de asimilare şi învăţare a studenţilor (prin repetarea suplimentară a anumitor noţiuni şi concepte, dacă acest lucru se dovedeşte necesar).
Fiecare curs debutează cu recapitularea succintă a materiei anterioare, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează numeroase imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie cât mai uşor de înţeles şi asimilat. Se lucrează împreună cu studenţii un număr de exerciţii sau probleme.
Materialele complete de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultăţii.
– Predarea cunoştinţelor în cadrul orelor de seminar şi laborator se bazează pe comunicarea orală şi explicarea detaliată a metodelor utilizate şi a rezultatelor obţinute, într-o manieră permanent interactivă. Studenţii implementează şi evaluează independent aceleaşi probleme prin utilizarea calculatorului şi a mediului software şi/sau hardware. Aplicaţiile realizate îi ajută pe studenţi în dezvoltarea unor relaţii optime de comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire.
Materialele de seminar şi laborator sunt disponibile studenţilor sub formă tipărită şi electronică (pe platforma Moodle a facultăţii).

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	„Introducere” – Generalităţi, istoric. Domenii de aplicabilitate, performanţe, limitări	4
2	„Tehnologia CMOS” – Fizica şi modelarea dispozitivelor MOS şi bipolare. Analiza efectelor de ordin secundar	8
3	„Amplificatoare operaţionale” – Modelarea sistemelor analogice cu şi fără reacţie. Parametrii amplificatoarelor operaţionale şi abateri de la idealitate	2
4	„Amplificatoare operaţionale” – Aplicaţii liniare şi neliniare ale amplificatoarelor operaţionale ideale. Comparatorul elementar şi comparatorul cu histerezis. Efecte ale neidealităţilor asupra performanţelor	8
5	„Amplificatoare operaţionale” – Analiza răspunsului în frecvenţă, diagrame Bode, analiza stabilităţii. Teorema lui Miller	6
6	„Surse de curent şi referinţe de tensiune” – Surse de curent elementare şi avansate (CASCOD, Wilson, Widlar). Referinţe de tensiune şi tehnici de corecţie a caracteristicii de temperatură a acestora. Metode de îmbunătăţire a rejecţiei tensiunii de alimentare	6
7	„Structuri interne ale amplificatoarelor operaţionale” – Etaje de amplificare elementare. Studiul etajelor diferenţiale cu sarcină rezistivă şi activă (funcţionarea la semnal mare, analiza de semnal mic, domeniul tensiunii de mod comun de intrare şi excursia tensiunii de ieşire). Evaluarea şi îmbunătăţirea CMRR şi PSRR	4
8	„Structuri interne ale amplificatoarelor operaţionale” – Amplificatoare Miller cu două etaje. Amplificatoare cu excursie mărită a tensiunii de ieşire. Amplificatoare de tip CASCOD şi CASCOD pliat. Etaje de ieşire şi clase de funcţionare. Tehnici de compensare în frecvenţă	4
	Total:	42

Bibliografie:
1. Ş. Mihalache, M. Enăchescu, *Analog Integrated Circuits*, suport de curs disponibil electronic pe platforma Moodle a facultăţii ETTI: https://curs.upb.ro/
2. B. Razavi, *Design of Analog CMOS Integrated Circuits*, Ed. a 2-a, McGraw-Hill, 2017.
3. A.S. Sedra, K.C. Smith, *Microelectronic Circuits* (*The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering*), Ed. a 7-a, Oxford University Press, 2014.
4. R.J. Baker, *CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation*, Ed. a 4-a, IEEE Press, Wiley, 2019.
5. P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R.G. Meyer, *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, Ed. a 4-a, John Wiley & Sons, 2001.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Prezentarea mediului de proiectare şi simulare LTSpice	2
2	Simularea funcţionării circuitelor elementare cu amplificatoare operaţionale	2
3	Studiul experimental al circuitelor elementare cu amplificatoare operaţionale	2
4	Evaluarea prin simulare a parametrilor amplificatoarelor operaţionale. Studiul experimental al parametrilor şi caracteristicilor amplificatoarelor operaţionale	2
5	Simularea funcţionării surselor de curent şi referinţelor de tensiune	2
6	Simularea funcţionării amplificatoarelor diferenţiale	2
7	Colocviu laborator	2
	Total:	14

SEMINAR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Aplicaţii liniare cu amplificatoare operaţionale ideale	2
2	Aplicaţii neliniare cu amplificatoare operaţionale ideale	2
3	Răspunsul în frecvenţă al sistemelor analogice şi analiza stabilităţii	2
4	Surse de curent şi referinţe de tensiune	2
5	Amplificatoare diferenţiale	2
6	Structuri interne ale amplificatoarelor operaţionale. Etaje de ieşire	2
7	Colocviu seminar	2
	Total:	14

Bibliografie:
1. Ş. Mihalache, *Analog Integrated Circuits – Tutorial notes and support*, suport de seminar disponibil electronic pe platforma Moodle a facultăţii ETTI: https://curs.upb.ro/
2. M. Enăchescu, F.S. Dumitru, Ş. Mihalache, *Analog Integrated Circuits – Lab tutorial*, platforme de laborator disponibile electronic pe platforma Moodle a facultăţii ETTI: https://curs.upb.ro/
3. A. Manolescu, A. Manolescu, C. Popa, *Analiza şi proiectarea circuitelor integrate analogice VLSI CMOS*, Printech, 2006.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale legate de analiza şi proiectarea circuitelor integrate analogice. Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Examen în sesiunea de examene (evaluare scrisă)	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale legate de analiza şi proiectarea circuitelor integrate analogice. Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Teste în cadrul şedinţelor de seminar (evaluări scrise) Colocviu final de seminar (evaluare scrisă)	20%
	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale legate de analiza şi proiectarea circuitelor integrate analogice. Cunoaşterea modului de simulare (pe calculator) şi implementare practică (software şi hardware) a circuitelor studiate, cu ajutorul unui mediu de dezvoltare evoluat (LTSpice) şi a platformelor hardware.	Evaluare continuă (evaluare practică şi orală) Colocviu final de laborator (evaluare practică şi orală)	30%
11.6 Condiţii de promovare			
– Obţinerea a minimum 50% din punctajul total. – Realizarea obligaţiilor caracteristice activităţii de laborator (participarea la lucrările planificate şi susţinerea colocviului final).			

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)

Analiza şi proiectarea circuitelor integrate analogice reprezintă un domeniu de mare interes actual, existând o cerere importantă de ingineri în domeniul proiectării circuitelor integrate analogice. Structurile analogice studiate prezintă o multitudine de aplicaţii concrete în majoritatea domeniilor electronicii, precum şi în domenii ce utilizează în mod indirect circuitele electronice. Programa cursului răspunde concret cerinţelor actuale şi tendinţelor de evoluţie tehnologică. Cursul şi aplicaţiile aferente acestuia asigură studenţilor cunoştinţe şi competenţe care le oferă posibilitatea angajării rapide după absolvirea facultăţii într-o companie de prestigiu din domeniu.

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Ş.L. dr. ing. Şerban MIHALACHE	Ş.L. dr. ing. Şerban MIHALACHE

Data avizării în departament	Director de departament
	Prof. dr. ing. Claudius DAN

Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea

