

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Bazele Electronicii
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	30.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme cu circuite integrate analogice						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică Arie metodologică Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Conf. dr. ing. Marius Neag – Marius.Neag@bel.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Slr.dr.ing. Raul Onet – Raul.Onet@bel.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	III	2.6 Semestrul	1.	2.7 Tipul de evaluare	Examen	2.8 Regimul disciplinei	DID/DOB

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	3
3.4 Total ore din planul de învățământ	70	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar / laborator	42
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					15
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					5
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					28
Tutoriat					2
Examinări					5
Alte activități:					-
3.7 Total ore studiu individual	55				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Circuite electronice fundamentale, Circuite integrate analogice
4.2 de competențe	Modurile de operare și modelele standard și circuitele fundamentale cu tranzistoare MOS și bipolare; Cunoașterea și înțelegerea modului de operare a blocurilor funcționale analogice de baza, cum sunt: etajele de amplificare cu unul sau doua tranzistoare, oglinzi

	de curent, referințe de tensiune și de curent, amplificatoare cu unul și mai multe tranzistoare, structuri clasice de amplificatoare operaționale Noțiuni de baza de teoria circuitelor și de teoria semnalelor Utilizarea mediilor CAD la analiza și proiectarea circuitelor electronice
--	---

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Amfiteatru, Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Sala de seminar/Laborator, Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>După parcurgerea disciplinei studenții vor cunoaște:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspectele specifice analizei și proiectării sistemelor analogice realizate cu componente discrete și circuite integrate analogice; modelele uzuale ale componentelor discrete și integrate folosite în proiectarea sistemelor analogice; metodologii de analiză și de dimensionare a acestor sisteme. - Principiul de funcționare, implementări, principalele neidealități și modelele uzuale ale Amplificatoarelor Operaționale (AO), ale AO cu reacție de curent (CFB-OA) și ale transconductoarelor liniare (celule Gm) precum și parametrii asociați acestora - Mărimi și metode specifice analizei zgomotului în circuite electrice - Arhitecturi și implementări tipice, precum și metode de analiză și proiectare a circuitelor liniare și neliniare de uz curent realizate cu AO și celule Gm: referințe și regulatoare liniare de tensiune, amplificatoare cu câștig programabil, amplificatoare de instrumentație, filtre analogice, comparatoare de tensiune, generatoare de semnal, redresoare de precizie, detectoare de vârf, circuite de eșantionare (sample&hold), circuite de multiplicare/divizare, - Principiul de funcționare și parametri sintetizoarelor de frecvență realizate cu circuite PLL <p>După parcurgerea disciplinei studenții vor putea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să înțeleagă și să interpreteze date de catalog precum și rezultate de simulare și măsurători ale blocurilor funcționale analogice studiate - să analizeze și să proiecteze circuite liniare și neliniare realizate cu AO și celule Gm cum sunt: <ul style="list-style-type: none"> o Referințe și regulatoare liniare de tensiune o Amplificatoare de precizie, cu câștig controlat și de instrumentație o Filtre analogice active de ordinul I și II cu operare în timp continuu o Redresoare de precizie, detectoare de vârf, circuite de eșantionare (sample&hold), o Comparatoare de tensiune, generatoare de semnal și oscilatoare armonice o Circuite de multiplicare și/sau divizare - să analizeze, să folosească circuite integrate specializate (Application-Specific Integrated Circuits - ASIC) care realizează funcțiile descrise mai sus și să proiecteze sisteme cu astfel de circuite - să analizeze circuite liniare din punct de vedere al zgomotului electric - să analizeze la nivel de sistem receptoare radio și sintetizoare de frecvență bazate pe circuite PLL <p>După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să proiecteze și să implementeze bancuri de test pentru verificarea și caracterizarea circuitelor studiate prin simulări și măsurători de laborator; să efectueze simulări și experimente de laborator cu precizie și metodă, obținând date valide pe care să le prelucreze și interpreteze; - să utilizeze aparatura de laborator (surse de alimentare, generatoare de semnal, analizoare spectrale, osciloscopie digitale, multimetre) pentru a testa funcționalitatea și pentru a măsura parametrii caracteristici blocurilor și sistemelor studiate - să utilizeze eficient pachete de programe de proiectare asistată de calculator (CAD) specifice pentru a analiza, proiecta și verifica circuite și sisteme analogice; - să determine prin simulări și măsurători performanțele circuitelor și sistemelor studiate
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> - Deprinderea unor metodologii de analiză și proiectare a sistemelor cu circuite integrate: înțelegerea specificațiilor, a obiectivelor și condițiilor de implementare, analiza comparativă a variantelor de implementare, elaborarea de modele pentru ne-idealități / limitări inerente CI. - Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată de calculator (internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri și seminarii online etc.)

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe în domeniul analizei, proiectării, simulării și caracterizării circuitelor și sistemelor analogice de uz general realizate cu AO, transconductoare liniare (celule Gm) și circuite integrate specializate
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asimilarea cunoștințelor teoretice privind analiza, modelarea și caracterizarea circuitelor și sistemelor analogice 2. Obținerea deprinderilor și abilităților necesare pentru analiza și proiectarea circuitelor și sistemelor analogice de uz general, precum și pentru caracterizarea acestora prin simulări și măsurători de laborator. 3. Deprinderea unor metodologii și tehnici de analiza și proiectare sistematică, care îmbină analiza matematică cu utilizarea programelor CAD și a experimentelor de laborator

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Prezentare generală a disciplinei: obiective, cuprins, metodologie. Amplificatorul operațional cu mod de lucru în tensiune (AO): principiul de operare, limitări statice – parametri asociați, modelare, efect asupra amplificatoarelor și integratoarelor cu AO	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizare, exercițiu didactic, studiul de caz, evaluare formativă	Se utilizează prezentări PowerPoint, videoproiector, tablă
Amplificatorul operațional cu mod de lucru în tensiune (AO): limitări în funcționarea la semnal mic și la semnal mare. Parametri asociați, modelare, efect asupra circuitelor uzuale implementate cu AO.		
Zgomotul electric în circuite liniare: principalele tipuri de zgomot; metode de modelare; analiza de zgomot a circuitelor analogice		
Transconductoarele liniare (celule Gm): ecuație funcțională; limitări, parametri și modele; exemple de structuri interne; aplicații		
Referințe și regulatoare liniare de tensiune: referințe cu diode Zener (DZ) și de tip bandgap; regulatoare de tensiune cu element regulator serie NPN/NMOS și PNP/PMOS.		
Filtre analogice cu operare în timp continuu: metode de sinteză a filtrelor active; implementarea filtrelor de ordinul I și II în tehnicile AO-RC, Gm-C și AO-Gm-C.		
Amplificatoare cu câștig controlat realizate cu AO și transconductoare liniare		
Amplificatoare de precizie și de instrumentație		
Circuite cu caracteristică de transfer neliniară: redresoare de precizie, detectoare de vârf, circuite sample-and-hold		
Oscilatoare armonice		
Comparatoare integrate și aplicații		
Generatoare de semnal bazate pe circuite bistabile și pe oscilatoare armonice		
Multiplicatoare și divizoare analogice		
Sintetizoare de frecvență bazate pe circuite PLL: principiul de funcționare, exemple de implementare a oscilatorului comandat în tensiune		
Bibliografie Cărți 1. Marius Neag, Sisteme cu Circuite Integrate Analogice, Editura Mediamira, 2008		

2. M. Neag, C. Pleșa, M. Purcar, Circuite integrate pentru managementul puterii proiectate cu simulatoare electro-termice, Editura UTPress Cluj-Napoca, 2022, ISBN 978-606-737-574-9
3. M. Neag, I. Kovacs, Integer-N Frequency Synthesizers - An IC Designer's Guide, Editura UTPress Cluj-Napoca, 2022, ISBN 978-606-737-573-2
4. P. R. Gray, R. G. Meyer - Circuite integrate analogice. Analiza și proiectare, Editura Tehnica, 1997; Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, Editura John Wiley and Sons, 2003, 2009
5. M. Ciugudean, T. Muresan, H. Carstea, M. Tanase - Electronica Aplicata cu circuite integrate analogice, Ed. de Vest, 1991
6. S. Franco – Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits, Editura McGraw-Hill, 1998, 2001, 2014
7. W. Jung (Ed.) - Op Amp Applications Handbook, Editura Springer, 2005
8. D. Johns, K. Martin - Analog Integrated Circuit Design, Editura John Wiley & Sons, 1997
9. B. Razavi - Design of CMOS Analog Integrated Circuits, Editura McGraw-Hill, 2001

Materiale didactice în format digital

M. Neag - Sisteme cu Circuite Integrate Analogice, Note de curs și prezentări PowerPoint postate pe site-ul disciplinei

Materiale didactice virtuale

M. Neag - Pagina web a disciplinei de Sisteme cu Circuite Integrate Analogice (prezentări curs, materiale pentru lucrările de laborator)

8.2.1 Laborator	Metode de predare	Observații
Introducere în tematica și modul de organizare al laboratorului. Recapitularea cunoștințelor de baza privind analiza și caracterizarea circuitelor electronice analogice	Demonstrația și experimentul didactic, exercițiul didactic, lucrul în echipă, evaluare formativă	Se utilizează aparatura de laborator, montaje experimentale, calculator, tablă magnetică.
Limitări statice și dinamice ale AO și determinarea parametrilor asociați lor		
Zgomotul electric în circuite liniare		
Efectele neidealităților AO în circuite liniare; metode de minimizare și compensarea a acestor efecte		
Transconductoare liniare		
Referințe și regulatoare liniare de tensiune: referințe cu diode Zener și de tip bandgap; regulatoare de tensiune cu element regulator serie; regulatoare de tensiune de tip LDO (low-dropout)		
Filtre analogice active de ordinul I și II implementate în tehnica AO-RC, AO-Gm-C și Gm-C		
Amplificatoare cu câștig controlat și amplificatoare de precizie		
Amplificatoare de instrumentație		
Circuite cu caracteristică de transfer neliniară: redresoare de precizie, detectoare de vârf, amplificatoare sample-and-hold		
Comparatoare de tensiune implementate cu AO de uz general și cu comparatoare integrate specializate		
Generatoare de semnal bazate pe circuite bistabile și pe oscilatoare armonice		
Multiplicatoare analogice		

Oscilatoare controlate în tensiune pentru sintetizoare de frecvență implementate cu circuite PLL		
8.2.2 Seminar	Metode de predare	Observații
Recapitulare: elemente de teoria circuitelor și teoria semnalelor; tranzistoare bipolare și MOS; circuite uzuale implementate cu AO	Rezolvare de probleme de analiză a circuitelor, exemplificați, exerciții de dimensionare și de proiectare, evaluare formativă	Se utilizează prezentări PowerPoint, videoprojector, tablă
Principalele neidealități ale AO și parametrii asociați lor. Efectul acestora în circuite liniare realizate cu AO		
Referințe de tensiune și de curent; reglatoare liniare de tensiune		
Filtre analogice și amplificatoare cu câștig controlat		
Amplificatoare de precizie și de instrumentație		
Circuite cu caracteristică de transfer neliniară: redresoare de precizie, detectoare de vârf, amplificatoare sample-and-hold		
Oscilatoare armonice și comparatoare integrate. Generatoare de semnal bazate pe circuite bistabile și pe oscilatoare armonice		
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. M. Neag, A. Fazakas, Circuite Integrate Analogice, Casa Cărții de Știință, 1999 2. L. Festila, N. Pop, S. Hintea, M. Neag - Circuite integrate analogice. Culegere de probleme, Lito UTCN, 3. T. Danila, N. Cupcea – Amplificatoare Operaționale – Aplicații, probleme rezolvate, Teora, 1994 4. S. Franco – Analog Circuit Design: Discrete & Integrated, McGraw-Hill, 2014 5. W. Jung (Ed.) - Op Amp Applications Handbook, Springer, 2005 <p>Materiale didactice în format digital</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. M. Neag, R. Onet – Sisteme cu Circuite Integrate Analogice, Îndrumător de laborator, postat pe site-ul disciplinei 2. Culegere de probleme propuse la Concursul National Studențesc “Tudor Tanasescu”, 1979-2019 		

10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei și competențele dobândite corespund celor stabilite de cursuri similare organizate de universități de vârf din România și din străinătate; de asemenea, ele corespund standardelor impuse de asociațiile profesionale și agențiile guvernamentale de profil, precum și așteptărilor angajatorilor reprezentativi - companii care își desfășoară activitatea în domeniul proiectării, implementării și testării / caracterizării sistemelor bazate pe circuite integrate analogice sau care includ astfel de circuite.

11. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Nivelul achiziției cunoștințelor teoretice și nivelul deprinderilor dobândite	Examen (E) scris și/sau oral Fata-in-fata sau on-line	E, max 10 pct. 70%
10.5 Seminar/Laborator	Nivelul abilităților dobândite	Teste periodice pe parcursul semestrului (L) - scris și/sau oral, fata-in-fata sau on-line Verificarea periodica a temelor de casa	L, max. 10 pct 30%

		Test de verificare finala a completării aplicațiilor (laborator, seminar) si a temelor de casa (T) - scris si/sau oral, fata-in-fata sau on-line	T, admis/respins
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> • Participarea la toate cursurile, fata-in-fata sau on-line • Participarea activa la toate lucrările de laborator si de seminar, cu realizarea sarcinilor trasate in cadrul fiecărei lucrări + rezolvarea integrala si corecta a temelor de casa. • Promovarea testului de verificare finala a completării aplicațiilor (laborator, seminar) si a temelor de casa (T) • Obținerea unui punctaj de cel puțin 5 (din zece) atât la examen (E) cat si la testele periodice de laborator (L) <p style="text-align: center;">$T = \text{promovat}^* \text{ si } E \geq 5^{**} \text{ si } L \geq 5^{***}$</p> <p>- T=promovat* înseamnă obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat testului de verificare finala a completării aplicațiilor (laborator, seminar) si a temelor de casa (T)</p> <p>- E $\geq 5^{**}$ înseamnă obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat fiecărei secțiuni a examenului: partea fundamentala a subiectului de teorie + relațiile de baza necesare pentru rezolvarea problemelor de analiza si dimensionare a circuitelor + abilitați minime de rezolvarea problemelor</p> <p>- L $\geq 5^{***}$ înseamnă obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat testelor periodice de laborator + realizarea sarcinilor trasate in cadrul fiecărei lucrări de laborator si a temelor de casa cel puțin la nivelul definit ca minim acceptabil</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daca toate condițiile de mai sus sunt îndeplinite se calculează nota finala astfel: $\text{Nota} = 0,7E + 0,3L$ 			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
6.09.2022	Curs	Conf.dr.ing. Marius Neag	
	Aplicații	Slr.dr.ing. Raul Oneț	

Data avizării în Consiliul Departamentului Bazele Electronicii	Director Departament Bazele Electronicii
15.09.2022	Prof.dr.ing. Sorin Hintea
Data aprobării în Consiliul Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației	Decan
21.09.2022	Prof.dr.ing. Ovidiu Pop