

FI A DISCIPLINEI

Circuite integrate analogice

Anul universitar 2018-2019

1. Date despre program

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Electronica, Comunicatii și Calculatoare
1.3	Departamentul	Electronica, Calculatoare și Inginerie Electrică
1.4	Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5	Ciclul de studii	Licență
1.6	Programul de studii / Calificarea	Electronica Aplicată / Inginer electronist

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei					Circuite integrate analogice						
2.2 Titularul activit ilor de curs					.L.dr.ing. Bostan Ionel						
2.3 Titularul activit ilor de laborator					.L.dr.ing. Bostan Ionel						
2.4 Anul de studii		III	2.5 Semestrul		I	2.6 Tipul de evaluare		Examen	2.7 Regimul disciplinei		D/O

3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe săptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	laborator	28
Distribuția fondului de timp								ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe								28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren								6
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri								20
Tutoriat								4
Examinări								6
Alte activități								
3.7	Total ore studiu individual	64						
3.8	Total ore pe semestru	120						
3.9	Număr de credite	5						

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1	De curriculum	Parcursirea disciplinelor: Dispozitive Electronice, Circuite Electronice Fundamentale, Semnale și Sisteme, Analiza matematică
4.2	De competențe	Competențe acumulate la disciplinele: Dispozitive Electronice, Circuite Electronice Fundamentale, Semnale și Sisteme, Analiza matematică

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1	De desfășurare a cursului	Sală de curs dotată cu videoproiector și ecran
5.2	De desfășurare a seminarului/laboratorului	Laboratorul disciplinei (sala T213). Fiecare post de lucru este dotat cu calculator, osciloscop cu 2 canale, sursa de alimentare dublă programabilă, generator de semnal programabil, machete de laborator specifice, programe de simulare a circuitelor electronice (TINA, SPICE, OrCAD).

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică (3 puncte de credit) <ul style="list-style-type: none"> C1.1 – Descrierea funcționării dispozitivelor și circuitelor electronice și a metodelor fundamentale de măsurare a mărimilor electrice (1p) C1.2 - Analiza circuitelor și sistemelor electronice de complexitate mic / medie, în scopul proiectării și măsurării acestora (1p) C1.4 – Utilizarea instrumentelor electronice și a metodelor specifice pentru a caracteriza și evalua performanțele unor circuite și sisteme electronice (1p) C2. Aplicarea metodelor de bază pentru achiziția și prelucrarea semnalelor (2 puncte de credit) <ul style="list-style-type: none"> C2.3 Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza și prelucrarea semnalelor (1p) C2.4 Utilizarea de metode și instrumente specifice pentru analiza semnalelor (1p)
Competențe transversale	

7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea principiilor de bază folosite în proiectarea, optimizarea și simularea circuitelor electronice realizate în structuri integrate, în tehnologie MOS sau tehnologie bipolară.
7.2 Obiectivele specifice	<p>Obiective cognitive:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cunoașterea schemelor tipice ale principalelor blocuri funcționale dintr-un circuit integrat analogic (surse/oglinzi de curent, referințe de tensiune, etaje diferențiale, etaje intermediare de amplificare, etaje finale, circuite de protecție); Cunoașterea parametrilor specifici de apreciere a performanțelor fiecărui bloc funcțional; Cunoașterea structurilor interne ale circuitelor integrate analogice cu accente pe amplificatoare operaționale VFA sau CFA și a multiplicatoarelor analogice: structuri tipice, estimarea performanțelor, răspunsul în frecvență, metode de compensare a fazei, exemple de proiectare. <p>Obiective procedurale:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza funcționării unui circuit cu schemă dată; Simularea funcționării unui circuit cu schemă dată; Utilizarea aparaturii de laborator pentru determinarea parametrilor circuitelor electronice; Utilizarea tehnicii de calcul pentru simularea, proiectarea și optimizarea circuitelor electronice; <p>Obiective atitudinale:</p> <ul style="list-style-type: none"> Promovarea spiritului de inițiativă și a lucrului în echipă.

8. Conținuturi

8.1. Curs		Nr ore	Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	1. Introducere <ol style="list-style-type: none"> Tehnologii de realizare a circuitelor integrate analogice Aspecte specifice privind proiectarea circuitelor analogice realizate în structuri integrate Tendințe 	1	Prelegere	Calculator, Videoproiector Suport documentar
2	2. Surse de curent constant realizate cu tranzistoare bipolare <ol style="list-style-type: none"> Introducere (rol în cadrul CIA, modele ideale/reale, parametrii specifici) Oglinda simplă de curent (schema de principiu, analiza performanțelor, metode de creștere a rezistenței interne, metode de îmbunătățire a raportului de oglindire) Sursa Wilson, sursa Widlar (scheme electrice, analiză performanțe) Surse de curent cu dependență redusă față de ΔV_{CC} și/sau față de ΔT Metode de reducere a tensiunii minime de ieșire 	2	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
3	3. Surse de curent constant realizate cu TEC-MOS <ol style="list-style-type: none"> Oglinda simplă de curent (schema de principiu, analiza performanțelor, metode de creștere a rezistenței interne, metode de îmbunătățire a raportului de oglindire) Sursa Wilson, sursa Widlar (scheme electrice, analiză performanțe) Metode de reducere a tensiunii minime de ieșire Surse cu impedanță mică (Säckinger) 	2	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
4	4. Referințe de tensiune <ol style="list-style-type: none"> Introducere (rol în cadrul CIA, modele ideale/reale, parametrii specifici) Referințe simple de tensiune, bazate pe V_{BE} sau V_{GS} Referințe bazate pe strângerea joncțiunilor Referințe de tip bandgap <ol style="list-style-type: none"> Schema bloc de principiu Generatoare de tip I_{PTAT}, respectiv V_{PTAT} Senzori de temperatură integrați Variante constructive: cu tranzistoare, cu AO, cu sau fără multiplicare 	2	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
5	5. Etaje diferențiale realizate cu tranzistoare bipolare <ol style="list-style-type: none"> Introducere (rol în cadrul CIA, schemă de principiu, parametrii specifici) Analiza în regim de semnal mare: curenții de colector, tensiunea diferențială de ieșire, gama tensiunilor de intrare pe modul diferențial/comun, extinderea domeniului de comportare liniar, slew-rate Analiza în regim de semnal mic: semicircuitul pe mod 	5	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar

	<p>diferențial, semicircuitul pe mod comun, răspunsul în frecvență</p> <p>4. Efectul neîmperecherilor: tensiunea de offset, curentul de offset</p> <p>5. Etaje diferențiale cu oglindă de curent: schema de principiu, caracteristica de transfer în tensiune, analiza regimului dinamic de semnal mic, avantaje/dezavantaje față de etajul cu sarcină rezistivă</p>			
6	<p>6. Etaje diferențiale realizate cu TEC-MOS</p> <p>1. Analiza în regim de semnal mare: curenții de colector, tensiunea diferențială de ieșire, gama tensiunilor de intrare pe modul diferențial/comun</p> <p>2. Analiza în regim de semnal mic: semicircuitul pe MD, semicircuitul pe MC</p> <p>3. Efectul neîmperecherilor: tensiunea de offset, curentul de offset</p> <p>4. Etaje diferențiale cu oglindă de curent: schema de principiu, caracteristica de transfer în tensiune, analiza regimului dinamic, avantaje/dezavantaje față de etajul cu sarcină rezistivă</p>	2	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
	<p>7. Alte etaje specifice CIA</p> <p>1. Amplificatoare inversoare cu sarcini active, cu TB sau TEC-MOS</p> <p>2. Îmbunătățirea performanțelor amplificatoarelor inversoare – amplificatoare de tip cascod și parafaz</p> <p>3. Etaje de ieșire: configurații tipice, clase de funcționare, circuite de protecție</p>	3	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
	<p>8. Amplificatoare operaționale cu reacție în tensiune (VFA)</p> <p>1. Introducere: conceptul de AO ideal, parametrii specifici, modelarea unui AO real</p> <p>2. Răspunsul în frecvență pentru AO cu unul, doi sau trei poli, verificarea stabilității pe diagramele Bode, relația de legătură dintre amplificarea în banda de frecvență</p> <p>3. Configurații tipice de AO cu 2 etaje de amplificarea: scheme electrice de principiu cu TB și cu TEC-MOS; estimarea parametrilor specifici; modalități de compensare a fazei, exemple de proiectare</p> <p>4. Configurații tipice de AO cu un singur etaj de amplificarea: scheme electrice de principiu cu TB și cu TEC-MOS; estimarea parametrilor specifici; modalități de compensare a fazei, exemple de proiectare</p>	5	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
	<p>9. Amplificatoare operaționale cu reacție în curent (CFA)</p> <p>1. Conceptul de CFA, parametrii specifici, modelare, avantaje/dezavantaje față de VFA</p> <p>2. Răspunsul în frecvență al unui CFA, evidențierea diferențelor față de VFA</p> <p>3. Structura internă a unui CFA: funcționare, estimarea parametrilor specifici;</p> <p>4. Aplicații cu CFA</p>	2	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
	<p>10. Multiplicatoare analogice</p> <p>1. Introducere</p> <p>2. Multiplicatoare analogice de tip log/antilog: scheme de principiu, prezentarea structurii interne a circuitului Burr-Brown 4302, aplicații cu circuitul 4302</p> <p>3. Multiplicatoare folosind celule Gilbert: scheme de principiu, metode de liniarizare a caracteristicii, prezentarea structurii interne a circuitului AD453, aplicații cu circuitul AD453</p>	4	Prelegere Dezbateri, Studiu de caz,	Calculator, Videoproiector Suport documentar
Bibliografie		<p><i>A. Materiale disponibile în biblioteca Universității din Pitești</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P. Vulpoi, E. Sofron, „Amplificatoare operaționale în tehnologie CMOS. Manual de proiectare”, Ed. Matrixrom, 2006 2. P.R. Gray, R.G. Meyer, „Circuite integrate analogice. Analiza și proiectare”, Ed. Tehnica, 1997 3. A. M. Manolescu, A. Manolescu, C. Popa, „Circuite integrate analogice. Culegere de probleme”, Litografia UPB, 2006 4. A. M. Manolescu, A. Manolescu, C. Popa, „Analiza și proiectarea circuitelor integrate VLSI CMOS. Culegere de probleme”, Printech, 2006 5. E. Sofron s. a. , <i>SPICE</i>, Ed. Militar , București, 1994. 6. I. Bostan, Circuite integrate analogice – Note de curs, suport scris, 2016 <p><i>B. Materiale disponibile în format electronic în laborator</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P.R. Gray, P.J. Hurst, St.H. Lewis, R.G. Meyer, „Analysis and Design of Analog Integrated Circuits”, fourth edition, Jon Wiley & Sons Inc, 2001 		

		2. A. Sedra, K. Smith, "Microelectronic Circuits", Oxford University Press, 2004 3. P. Allen, B. Holberg, "CMOS Analog circuit Design", Oxford University Press, 2002 4. B. Razavi, "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", University of California, McGraw-Hill, 2001 5. M. Ciugudean, s.a., "Culegere de probleme date la concursul național studențesc Tudor Tănăsescu", Timișoara, 2006		
8.2. Aplicații – Seminar / Laborator		Nr. ore	Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Surse de curent constant și referințe de tensiune; <i>Simulare +Experiment - 4 ore</i>	4	Dezbateri/ Simulare/ Experiment/ Studiu de caz	-Program TINA; - Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
2	Etape de amplificare cu sarcini active realizate cu tranzistoare MOS; <i>Experiment - 4 ore</i>	4	Experiment/ Dezbateri/ Studiu de caz	- Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
3	Studiul amplificatorului diferențial; Experiment - 4 ore	4	Experiment/ Dezbateri/ Studiu de caz	- Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
4	Amplificator cu câștig comandat în tensiune; Experiment - 4 ore	4	Experiment/ Dezbateri/ Studiu de caz	- Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
5	Structură tipică de AO cu tranzistoare MOS; Simulare +Experiment - 4 ore	4	Dezbateri/ Simulare/ Experiment/ Studiu de caz	-Program TINA; - Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
6	Analiza stabilității amplificatoarelor de tensiune realizate cu AO; Simulare - 4 ore	4	Dezbateri/ Simulare/ Studiu de caz	-Program TINA; -Aparatura de laborator;
7	Aplicații cu multiplicatoare analogice; Experiment - 4 ore	4	Experiment/ Dezbateri/ Studiu de caz	- Machete de laborator; -Aparatura de laborator;
Bibliografie		1.R. Florea, <i>CIA –Indrumar de laborator</i> , Litografia Univ. Pitești, 1996 2. I. Bostan, <i>CIA –Indrumar de laborator</i> , suport scris, 2016 <i>Programe de simulare accesibile gratuit</i> 1. TINA V9 Student Version, www.tina.com/english/tina/student_version.html 2. PSpice 9.1 Student Version, www.electronics-lab.com		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu activitățile reprezentative ale comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori din domeniul aferent programului

Tematica cursului este: - armonizat cu cea a cursurilor similare predate la universități din țară și din străinătate; - discutat cu reprezentanți ai unor agenți economici (precum S.C. Lisa Draxlmaier-Pitești, S.C. Automobile Dacia S.A., S.C. Continental Sibiu) cu ocazia vizitelor tematice efectuate cu studenții la sediul firmelor sau cu ocazia vizitelor efectuate de reprezentanții firmelor la facultatea noastră pentru orientarea în carieră; - discutat cu alte cadre didactice cu ocazia participării la proiecte ERASMUS +, conferințe sau simpozioane internaționale sau naționale; <i>Competențele dobândite la disciplină permit absolvenților să lucreze ca: Inginer montaj (214404); Inginer electronist, transporturi și telecomunicații (214407); Proiectant inginer electronist (214418); Proiectant inginer de sisteme și calculatoare (214419); Inginer proiectant comunicații (214435);</i>	
--	--

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota final
10.4 Curs	Interes disciplin	Participări la conversații euristice, dezbateri, problematizări;	10%
	Teme de casa	Verificare teme de casa;	20%
	Evaluare final	Test scris: întrebări teoretice și studii de caz	50%
10.5 Laborator	Rezolvarea studiilor de caz; completarea fișelor de înregistrare a rezultatelor lucrărilor practice; interpretarea rezultatelor	Probă practică	20%
10.6 Standard minim de performanță	2,5 puncte acumulate din evaluarea activităților periodice și 2,5 puncte la evaluarea finală; Nota 5 la evaluarea finală și rezolvarea în proporție de 50% a cerințelor de la lucrările de laborator și a temei de casa.		

	<p>Cerin e minimale pentru evaluarea final :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recunoa terea în schemele electronice a principalelor blocuri func ionale (surse de curent constant, oglinzi de curent, referin e de tensiune, etaje diferen iale, etaje de amplificare cu sarcini active); 2. Cunoa terea principalilor parametrii electrici ce caracterizeaz func ionarea blocurilor func ionale enumerate la subpunctul 1; 3. Calculul parametrilor electrici pentru o schem dat de oglind /surs de curent (valoarea curentului de ie ire, rezisten a intern); 4. Calculul parametrilor electrici pentru o schem dat de amplificator diferen ial folosind conceptul de semicircuit pe <i>modul diferen ial</i> (amplificare diferen ial ; rezisten de intrare diferen ial); 5. Calculul parametrilor electrici pentru o schem dat de amplificator diferen ial folosind conceptul de semicircuit pe <i>modul comun</i> (amplificare în tensiune pe mod comun; rezisten de intrare pe mod comun, rejec ia modului comun); 6. Calculul parametrilor electrici pentru o schem dat de AO de tip cascod telescopică; 7. Calculul curen ilor statici de polarizare pentru o schem dat de AO cu structura Miller; 8. Calculul rezisten ei de intrare pentru o schem dat de AO cu structura Miller; 9. Calculul amplific rii în tensiune pentru o schem dat de AO cu structura Miller; 10. Calculul frecven ei maxime de lucru pentru un AO cu SR finit;
--	---

Data complet rii
18.09.2018

Titular de curs
.L.dr.ing. Bostan Ionel

Titular de laborator
.L.dr.ing. Bostan Ionel

Data aviz rii în departament
21.09.2018

Director de departament
Prof.univ.dr.ing. Gheorghe SERBAN