

CIRCUITE ANALOGICE ȘI DE CONVERSIE
1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronica și Ingineria Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	0.714.5 Microelectronica și Nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență)	V	E	S – unitate de curs de specialitate	A - unitate de curs la alegere	6

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator/seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
180	45	30/15	-	45	45

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Matematica superioară, fizica corpului solid, materiale și componente în electronică, circuite și dispozitive electronice, măsurări electronice, dispozitive micronanoelectronice, circuite integrate digitale
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască conceptele de bază ale fizicii și matematicii superioare, principiile fizicii corpului solid și dispozitivelor microelectronice. În mod specific, solicitanții necesită un grad relevant de conștințe în domeniul electronicii și electrotehnicii.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de o tablă mare, care permite expunerea materialului cu multe formule și reprezentarea schemelor electronice. De asemenea, este necesar de un proiector pentru prezentări în PPT. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	La seminar va fi nevoie de tablă și un proiector. De asemenea, va fi nevoie de breadboard-uri, un osciloscop, o sursă de alimentare și un generator de semnale pentru asamblarea și testarea schemelor electrice. La laborator studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor impuse de indicațiile metodice. Termenul de predare a lucrării de laborator – o săptămână după finalizarea acesteia. Pentru predarea cu întârziere a lucrării aceasta se depunțează cu 1pct./săptămână de întârziere.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C2 Aplicarea metodelor de baza pentru achiziția și prelucrarea datelor ✓ Aplicarea metodelor de baza pentru achiziția și prelucrarea datelor; ✓ Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza și prelucrarea semnalelor;
-------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proiectarea de blocuri functionale elementare de prelucrare digitala a semnalelor cu implementare hardware si software.
Competențe profesionale	<p>CP3 Aplicarea cunoștințelor, conceptelor si metodelor de baza privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje si tehnici de programare</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrierea funcționarii unui sistem de calcul, a principiilor de baza ale arhitecturii microprocesoarelor si microcontrolerelor de uz general și destinate procesării semnalelor; ✓ Utilizarea unor limbaje de programare de uz general si specifice aplicatiilor cu microprocesoare si microcontrolere; explicarea functionarii unor sisteme de control automat care folosesc aceste arhitecturi si interpretarea rezultatelor experimentale; ✓ Rezolvarea problemelor practice concrete care includ elemente de structuri de date si algoritmi, programare si utilizare de microprocesoare sau microcontrolere; ✓ Elaborarea de programe intr-un limbaj de programare general si/sau specific, pornind de la specificarea cerințelor si pana la executie, depanare si interpretarea rezultatelor in corelație cu procesorul utilizat; ✓ Realizarea de proiecte care implica componente hardware (procesoare) si software (programare).
Competențe transversale	<p>CT1 Executarea responsabilă a sarcinilor profesionale în condițiile unei autonomii restrânse și asistență calificată.</p> <p>CT2 Familiarizarea cu rolurile și activitățile specifice muncii în echipă și cu distribuirea de sarcini între membri pe nivele subordonate.</p> <p>CT3 Conștientizarea nevoii de formare continuă, utilizarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru dezvoltarea personală și profesională.</p>

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Ogindirea procedeeleor progresiste existente și de perspectivă de proiectare și producere a circuitelor integrate analogice pentru diverse dispozitive
Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> • caracteristicile de bază a unui amplificator operațional ideal, precum și caracteristicile non-ideal importante ale AO practice și cum acestea limitează performanțele circuitelor în baza acestora; • modul de analiză a circuitelor care conțin AO, rezistențe și capacități și modalitatea de utilizare a AO pentru a elabora amplificatoare cu caracteristici precise; • posibilitatea de elaborare circuite mai sofisticate pe bază de AO, inclusiv sumatoare, amplificatoare de instrumentație, integratoare și derivatoare; • filosofia elaborării circuitelor electrice integrate și cum diferă față de cele discrete; • Principiul de utilizare a sarcinilor active, pincipiul de lucru a surselor de curent electric pentru funcționarea circuitelor integrate și pincipiul de lucru a referințelor de curent și tensiune; • esența funcționării amplificatoarelor diferențiale bipolare și MOS, precum și analiza și elaborarea amplificatoarelor diferențiale; • utilizarea sarcinilor pasive și active pentru amplificatoare diferențiale; • descrierea structurii interne a unui AO, precum și structura, analiza și schemotehnica amplificatoarelor pe bază de 2 sau mai multe etaje în cascadă; • analiză în frecvență a parametrilor AO și cunoașterea etajele de ieșire principale a AO; • noțiuni generale și parametrii circuitelor de conversie, precum și pincipiile de achiziție a datelor și de conversie; • circuite de eșantionare și memorare și comparatoare pe bază de AO;

	<ul style="list-style-type: none"> • circuite de conversie digital-analogică pe bază de rețea de rezistențe ponderate; R-2R, lanț de rezistențe, surse de curent, delta-sigma; • circuite de conversie analogic-digital; • ADC de tip delta-sigma.
--	---

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica prelegerilor		
T1. AMPLIFICATORUL OPERAȚIONAL Caracteristicile amplificatorului operațional ideal. Amplificatorul inversor sumator. Erorile amplificatorului sumator. Configurațiile amplificatorului operațional. Alegerea valorilor minime și maxime a rezistențelor. Aplicații practice a AO. AO specifice. Sumarizare și concluzii.	6	-
T2. SURSE DE CURENT ȘI REFERINȚE DE TENSIUNE Specificul circuitelor integrate. Sursa de curent pe bază de un tranzistor. Sursa de curent "oglinda de curenți" cu tranzistori bipolari. Sursa de curent "oglinda de curenți" cu tranzistori MOS. Sarcini active. Referințe electronice. Concluzii.	10	-
T3. ETAJE DIFERENȚIALE Perechea diferențială pe tranzistori MOS. Perechea diferențială pe tranzistori bipolari. Rejecția de mod-comun. Efectul de offset în curent continuu. Amplificatorul diferențial cu sarcina pe bază de oglinda de curenți. Sumarizare și concluzii.	8	-
T4. SCHEME TIPICE ALE AMPLIFICATOARELOR OPERAȚIONALE Structura internă a unui AO tipic. Analiza în frecvență a AO. Etaje de ieșire a AO. Analiza circuitului electric pentru amplificatorul operațional seria 741.	6	-
T5. INTERFEȚE ANALOGIC-DIGITALE Circuite de conversie. Generalități. Principiile de achiziție și conversie a datelor. Circuite de eșantionare și memorare. Comparatoare cu latch. Converteoare digital-analogice (DAC). Converteoare analogic-digitale (ADC).	15	-
Total prelegeri:	45	-

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica lucrărilor de laborator		
LL1. Studiarea standului de laborator. Studiarea compensării tensiunii de offset a amplificatorului operațional, conectărilor amplificatorului operațional: inversoare, ne-inversoare și diferențiala.	4	-
LL2. Studiarea metodelor de măsurare a coeficientului de amplificare a amplificatorului operațional fără reacție Ku și a coeficientului de suprimare a semnalului aplicat pe modul comun.	4	-
LL3. Studiarea metodelor de măsurare a frecvenței de tăiere, frecvenței maxime pentru amplitudinea dată și a vitezei maxime de variație a semnalului de ieșire SR (Slew rate); verificarea invariabilității produsului amplificare-bandă.	4	-

LL4.Măsurarea rezistențelor și curenților de intrare al amplificatorului operational	4	-
LL 5. Studiarea parametrilor dependenți de timp ale amplificatorului operational partea 1	4	-
LL 6. Studiarea parametrilor dependenți de timp ale amplificatorului operational partea I	4	-
LL 7. Modelarea schemelor de integrare și derivare, amplificatorului cu scară exponențială și logaritmică	4	-
LL 8. Colocviu	2	-
Total lucrări de laborator	30	-

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica seminarelor		
S1. Probleme pe bază de scheme electrice cu AO. Sumatorul, configurația inversoare, neinversoare și diferențială, precum și combinația acestora. Elaborarea schemelor pe bază de AO pentru simularea funcțiilor matematice.	4	-
S2. Mărirea frecvenței de lucru a amplificatorului operațional.	1	-
S3. Detector de vîrf. Redresor de precizie.	2	-
S4. Măsurarea curentului electric printr-o sarcină.	2	-
S5. Convertoare de tensiune de tip DC-DC. Aplicații practice pe bază de MC34063A.	2	-
S6. Rolul condensatoarelor în circuitele electrice.	2	-
S7. Temporizatorul seria 555. Aplicații practice pentru modul astabil.	2	-
Total seminare:	15	-

8. Referințe bibliografice

Principale	<p>Biblioteca UTM</p> <ol style="list-style-type: none"> Dumitru Scheianu. Microelectronica. Editura militară. București, 1988. Алексенко А.Г.-Шагурин И. И. Микросхемотехника. М. : Радио и связь, 1982 И.Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. М.: Радио и связь, 1991 Гусев В.Г.,Гусев Ю.М. Электроника М. "Высшая школа", 1991. Б. Миронов. Аналоговые интегральные схемы. Методические указания к лабораторным работам. Universitatea Tehnica din Moldova. Chișinău, 1995. В. Mironov, V.Rusanovschi, V.Filip. Circuite integrate analogice. Îndrumar de laborator. Universitatea Tehnica din Moldova. Chișinău, 1994. <p>Platforma ELSE</p> <ul style="list-style-type: none"> Amplificatoare operaționale. Schemotehnica circuitelor analogice <ol style="list-style-type: none"> (rom) B. Mironov, Electronica, Note de curs, 2000. (rom) D. Csipkes - "Circuite integrate analogice. Circuite fundamentale", editura Casa Cartii de Stiinta, 2007 (rus) И. Достал, Операционные усилители, Москва <Мир> 1982
------------	---

	<p>4. (rus) A.P. Мамий, В.Б. Тлячев, Операционные Усилители, 2005</p> <p>5. (eng) Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis and Rober G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits. Fourth Edition, John Wiley & Sons Inc. 2001</p> <p>6. (eng) Muhamad H. Rashid, Microelectronic Circuits – Analysis and Design, Second edition, 2011</p> <p>7. (eng) Sedra and Smith, Microelectronic Circuits, Seventh Edition, Oxford University Press 2015.</p> <p>8. (eng) Walt Jung, Omp Amp Applications Handbook, Elsiever 2005, ISBN 0-7506-7844-5</p> <p>• Circuite de conversie</p> <p>9. (rom) Grofu Florin, Sisteme de Achiziția Datelor, Editura Academică Brâncuși, 2008</p> <p>10. (eng) Rudy J. van de Plassche, High Speed and High-Resolution Analog-to-Digital and Digital-to-Analog converters, 1989</p> <p>11. (eng) T. Ndjountche, CMOS Analog Integrated Circuits. High Speed and Power-Efficient Design, CRC Press 2011</p> <p>12. (eng) R. v. d. Plassche, CMOS Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters, 2nd ed., Kluwer, 2003</p> <p>13. (eng) B. Razavi, Data Conversion System Design, IEEE Press, 1995</p> <p>14. (eng) The Data Conversion Handbook, Edited by Walt Kester, Newnes, 2005, ISBN 0-7506-7841-0.</p> <p>15. (eng) Analog-Digital Conversion, Analog Devices, Inc. 2004, ISBN 0-916550-27-3</p>
Suplimentare	<p>• Link-uri utile</p> <p>16. Wikipedia (eng) pentru electronică de la Analog Devices - https://wiki.analog.com/university/courses/electronics/text/electronics-toc</p> <p>17. Literatură (eng) de la Texas Instruments - https://www.ti.com/amplifier-circuit/overview.html</p> <p>18. Pagină WEB (rus) pentru electronică - http://easyelectronics.ru/</p> <p>19. Canal YouTube (eng) despre electronică - https://www.youtube.com/channel/UC2DjFE7Xf11URZqWBigcVOQ</p> <p>20. Curs de la Berkeley (eng) la disciplina Analog-Digital Interface Integrated Circuits, Haideh Khorramabadi, 2010 - https://inst.eecs.berkeley.edu/~ee247/fa10/files07/lectures/</p>

9. Evaluare

Forma de învățământ	Periodică		Curentă	Lucrul individual	Examen final
	Atestarea 1	Atestarea 2			
Cu frecvență	15%	15%	15%	15%	40%

Standard minim de performanță

Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;

Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre evaluări și lucrări de laborator;

Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii principiului de funcționare și aplicare a circuitelor electrice analogice și de conversie.