

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

<b>Facultatea</b>	<b>Calculatoare, Informatică și Microelectronică</b>				
<b>Catedra/departamentul</b>	<b>Microelectronica și Ingineria Biomedicală</b>				
<b>Ciclul de studii</b>	Studii superioare de licență, ciclul I				
<b>Programul de studiu</b>	<b>525.4 Microelectronica și nanotehnologii</b>				
<b>Anul de studiu</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
II (învățământ cu frecvență); III (învățământ cu frecvență redusă)	5 5	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	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	Fizica corpului solid, Circuite și dispozitive electronice, Dispozitive micronanoelectronice,
Conform competențelor	Proiectarea electrica si fizica a circuitelor integrate direct implementabile cu tehnologiile existente

**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. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	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 depunceață cu 1pct./săptămână de întârziere.

**5. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	<p><b>CP4.</b> Definirea conceptelor, teoriilor, modelelor și metodelor specifice proiectării circuitelor analogice și de conversie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru clasificarea funcțiilor analogice de baza si elementelor care le realizează.</li> <li>✓ Aplicarea de principii și metode de bază pentru proiectarea schemotehnicile circuitelor analogice, caracteristice pentru diferite tehnologii.</li> <li>✓ Utilizarea adecvată de criterii și metode de evaluare a modelelor noi pentru definirea parametrilor elementelor analogice.</li> <li>✓ Elaborarea și utilizeza metodele de calcul a elementelor analogice.</li> </ul>
-------------------------	---

Competențe profesionale	<p><b>CP6.</b> Proiectarea și asigurarea calității circuite analogice și de conversie de diferite tehnologii.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Descrierea procedeelelor, tehnicilor și metodelor de bază necesare pentru asigurarea calității circuitelor analogice și de conversie în relație cu procesele tehnologice asociate.</li> <li>✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea procedeelelor, tehnicilor și metodelor de bază, necesare în procesele de calcul ale circuitelor analogice și de conversie în relație cu procesele tehnologice asociate.</li> <li>✓ Aplicarea de principii și metode de bază pentru evaluarea și asigurarea calității circuite analogice și de conversie în relație cu procesele tehnologice asociate.</li> <li>✓ Utilizarea adecvată de criterii și metode standard de calcul pentru adoptarea procedeelelor, tehnicilor și metodelor de bază, necesare în procesele de producere și asigurare a calității circuitelor analogice și de conversie în relație cu procesele tehnologice asociate.</li> <li>✓ Elaborarea schemelor, selectând și utilizând principii, concepte și metode specifice proceselor de producere și asigurare a calității circuitelor analogice și de conversie în relație cu procesele tehnologice asociate.</li> </ul>
Competențe transversale	<p><b>CT1.</b> Realizarea proiectului de an cu utilizarea corectă a surselor bibliografice și metodelor specifice, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată, precum și susținerea acestora cu demonstrarea capacității de evaluare calitativă și cantitativă a unor soluții tehnice din domeniu.</p> <p><b>CT3.</b> Identificarea nevoii de formare profesională, cu analiza critică a propriei activități de formare și a nivelului de dezvoltare profesională și utilizarea eficientă a resurselor de comunicare și formare profesională (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc.), inclusiv folosind limbi străine.</p>

### 6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Înșușirea procedeelelor de modelare constructivă a circuitelor analogice și de conversie.
Obiectivele specifice	<p>Să înțeleagă și să descrie structura circuitelor analogice și de conversie.</p> <p>Să selecteze procedee adecvate pentru elaborarea circuitelor analogice și de conversie.</p> <p>Să formeze un algoritm optim de aplicare a procedeelelor de proiectare a circuitelor analogice și de conversie.</p> <p>Să aplice corect procedeele de utilizare a circuitelor analogice și de conversie pentru proiectarea sistemelor electronice.</p>

### 7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica prelegerilor</b>		
T I. AMPLIFICATORUL OPERAȚIONAL. Caracteristicile amplificatorului operațional ideal. Amplificatorul inversor sumator. Eroarea amplificatorului sumator, cauzată de finalitatea coeficientului de amplificare. Erorile amplificatorului sumator. Configurațiile amplificatorului operațional. Influența reacției asupra impedanței de intrare a amplificatorului operațional. Amplificatoare transconductanță. Amplificator operațional cu reacție de curent. Amplificator cu scara logaritmică. Amplificator cu scara exponențială. Schemele de înmulțire și împărțire. Integratorul. Diferențiatorul.	10	

T2. Surse de curent, principiile de realizare. Sursa de curent "oglinda de curenți" cu tranzistori bipolari. Sursa de curent pentru valori mici de curent. Sursa de curent Wilson. Sursa de curent "oglinda de curenți" cu tranzistori MOS. Surse de tensiune, principiile de realizare. Sursa de tensiune, bazata pe transformarea impedanței cu ajutorul tranzistorului. Aplicarea reacției pentru micșorarea impedanței de ieșire. Referințe de tensiune pe baza amplificatorului cu reacție.	8	
T3. ETAJE DIFERENȚIALE. Etaje diferențiale pe baza tranzistorilor bipolari, caracteristica de transfer. Conductibilitățile de transfer a etajului diferențial cu tranzistori bipolari. Tensiunea de ieșire și câștigul diferențial în bucla deschisă. Etaje diferențiale cu TEC-j, avantajele, neajunsurile, caracteristica de transfer. Etaje diferențiale cu TEC-MOS. Aplicarea sarcinii active în etajele diferențiale cu tranzistori bipolari, schema echivalentă, deducerea expresiei pentru coeficientul de amplificare. Analiza etajului diferențial cu sarcina activă luând în considerație etajul ulterior. Etaje diferențiale cu TEC-MOS cu sarcina activă.	10	
T4. SCHEME TIPICE ALE AMPLIFICATOARELOR OPERAȚIONALE. Schema tipică a amplificatorului pe baza tranzistorilor bipolari. Analiza caracteristicilor amplitudine-frecvență și fază-frecvență ale amplificatoarelor operaționale. Amplificatorul operațional pe baza tranzistorilor TEC-MOS. Caracteristicile amplitudine-frecvență și fază-frecvență a amplificatoarelor operaționale. Autooscilațiile amplificatoarelor operaționale. Criteriile de stabilitate. Compensarea caracteristicilor de frecvență a amplificatoarelor operaționale. Amplificatorul de semnal video. Amplificatorul de frecvență joasă. Stabilizatoare de tensiune	9	
T5. INTERFEȚE ANALOGIC-DIGITALE. Comparatori de tensiune integrați. Principiile de realizare a convertoarelor digital-analogice (DAC). DAC pe baza amplificatorului sumator. DAC pe baza matricei R-2R. DAC pe baza surselor de curent. Principiile de realizare a convertoarelor analogic-digitale (ADC). ADC de tip paralel. ADC cu reacție prin numărător. ADC cu reacție prin numărător reversibil. ADC cu aproximații succesive. ADC cu dubla integrare.	8	
<b>Total prelegeri:</b>	<b>45</b>	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>		
LL1. Studiarea standului de laborator. Studiarea compensării tensiunii de offset a amplificatorului operațional, conectărilor amplificatorului operațional: inversoare, ne-inversoare și diferențiale.	4	
LL2. Studiarea metodelor de măsurare a coeficientului de amplificare a amplificatorului operațional fără reacție $K_u$ 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 operațional	4	
LL 5. Studiarea parametrilor dependenți de timp ale amplificatorului operațional	4	

partea 1		
LL 6. Studiarea parametrilor dependenți de timp ale amplificatorului operational partea I	<b>4</b>	
LL 7. Modelarea schemelor de integrare și derivare, amplificatorului cu scară exponențială și logaritmică	<b>4</b>	
Colocviu	<b>2</b>	
<b>Total lucrări de laborator</b>	<b>30</b>	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redușă
<b>Tematica seminarelor</b>		
LP1. Eroarea amplificatorului sumator, cauzata de finalitatea coeficientului de amplificare. Eroarea amplificatorului sumator, cauzată de tensiunea de ofset. Eroarea amplificatorului sumator, cauzata de imprecizia rezistentelor.	2	
LP2. Rezolvarea problemelor la tema: Configurația neinversoare a amplificatorului operațional. Influența reacției asupra impedanței de intrare a amplificatorului operațional. Configurația (conectarea) diferențială a amplificatorului operațional, alegerea valorilor minimale si maximale a rezistentei de intrare si de reacție.	2	
LP3. Proiectarea surselor de curent și a surselor de tensiune	2	
LP4. Etaje diferențiale pe baza tranzistorilor bipolari.	2	
LP5. Rezolvarea problemelor la tema: Etaje diferențiale cu TEC-MOS.	2	
LP6. Rezolvarea problemelor la tema: Etaje diferențiale cu sarcină activă	2	
LP7. Proiectarea amplificatoarelor operaționale.	3	
<b>Total seminare:</b>	<b>15</b>	

### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dumitru Scheianu. Microelectronica. Editura militară. București, 1988.</li> <li>Алексенко А.Г.-Шагурин И. И. Микросхемотехника. М. : Радио и связь, 1982</li> <li>И.Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. М.: Радио и связь, 1991</li> <li>Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника М. "Высшая школа", 1991.</li> <li>Б. Миронов. Аналоговые интегральные схемы. Методические указания к лабораторным работам. Universitatea Tehnica din Moldova. Chișinău, 1995.</li> <li>В. Mironov, V.Rusanovschi, V.Filip. Circuite integrate analogice. Îndrumar de laborator. Universitatea Tehnica din Moldova. Chișinău, 1994.</li> <li>D. Csipkes - "Circuite integrate analogice. Circuite fundamentale", editura Casa Cartii de Stiinta, 2007</li> <li>B. Razavi - "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", editura McGraw-Hill, 2000</li> </ol>
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> <li>Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ.- М.; Мир, 1988.</li> <li>Фолкенберри Л, Применения операционных усилителей и линейных ИС М.:Мир,</li> </ol>

	<p>1985.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике: М. Мир. 1991.</li> <li>4. Тилл У., Лаксон Дж. Интегральные схемы: Материалы, приборы, изготовление. М.:Мир, 1985.</li> <li>5. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М., "Энергия", 1977.</li> <li>6. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: Учеб. пособие для вузов по спец. электрон, техники /Г.И.Изьюрова, Г.В.Королев, В.А.Терехов и др. - М.:Высш. школа., 1987.</li> <li>7. Справочная книга радиолюбителя-конструктора/А.А.Бокуняев,Н.М.Борисов, Р.Г.Варламов и др.: Под ред. Н.И.Чистякова.-М.: Радио и связь, 1990.</li> <li>8. Гоноровский И.О. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. М., "Советское радио", 1971.</li> <li>9. Радиоприемные устройства. Под ред. В.И.Сифорова. Учебник для вузов. М., "Сов. радио" 1974.</li> <li>10. Cipere L., Patrutescu S., Srebu C. Silistenu M,- Echipamente electronice pentru radio si televiziune. Editura didactica si pedagogica, București - 1981</li> <li>11. Mateescu A., Dumitriu N.. Semnale si circuite de telecomunicații. Editura didactica si pedagogica, București</li> </ol>
--	---

### 9. Evaluare

Curentă		Proiect de an	Examen final
Atestarea 1	Atestarea 2		
30%	30%		40%
Standard minim de performanță			
<p>Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;            Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator;            Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii procedeeleor de calculare și proiectare ale circuitelor analogice și de conversie.</p>			