

TEHNICI DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURI VLSI
1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronică și Inginerie Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	525.4 –Microelectronica si Nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență);	7	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	5

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care			
	Ore auditoriale		Lucrul individual	
	Curs	Laborator	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
150	45	30	30	45

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Bazele tehnologiei microelectronice, Electronica, Circuite Dispozitive în Electronica, Fizica corpului solid, Materiale și componente în electronică, Curs special Microelectronica si Nanotehnologii, Tehnologii VLSI
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască conceptele de bază ale Tehnologiilor VLSI și microelectronicii, principiile și tehnicile de preparare a circuitelor integrate și măștilor. Obținerea competențelor: baza de componente electronice si microelectronice; principiile de construire și funcționare, caracteristicile și parametrii dispozitivelor semiconductoare discrete/integrate, circuitelor electronice, metodele principale de calcul ale circuitelor electronice, metodele de asamblare în blocuri a sistemelor electronice și reguli de îndeplinire a desenelor circuitelor. Tehnologii VLSI și nanotehnologii.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/practică	Pentru petrecerea lucrărilor de laborator în sală este nevoie de tablă, cretă, echipamente necesare pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor din indicațiile metodice. Termenul de predare a raportului pe lucrarea de laborator – 2 săptămâni după finalizarea acesteia. Pentru predarea/depunerea cu întârziere a raportului final corect al lucrării de laborator aceasta se depunceață cu 1pct./săptămână de întârziere.

5. Competențe specifice acumulate

<p>Competențe profesionale</p>	<p>C2. Aplicarea metodelor de bază pentru achiziția și prelucrarea datelor</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caracterizarea temporală, spectrală și statistica semnalelor în circuite ✓ Explicarea și interpretarea metodelor de achiziție și prelucrare a semnalelor ✓ Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza și prelucrarea semnalelor ✓ Proiectarea de dispozitive microelectronice și de sisteme VLSI cu implementare hardware și software <p>CP1. Aplicarea cunoștințelor fundamentale de cultură tehnică generală și de specialitate pentru rezolvarea problemelor tehnice specifice domeniului Microelectronică și Nanotehnologii</p> <p>CP1.1 Definirea noțiunilor fundamentale de matematică, fizică, mecanica fină, rezistența materialelor, mecanisme și de programare a sistemelor de calcul și microelectronice.</p> <p>CP1.2 Utilizarea de teorii și instrumente specifice domeniului (algoritmi, metode, tehnici, protocoale, modele, scheme, diagrame etc.) pentru explicarea structurii și funcționării sistemelor microelectronice, ingineriei biomedicale, robotice și mecatronice.</p> <p>CP1.3 Utilizarea schemelor și organigramelor în elaborarea aplicațiilor informatice dedicate, a metodelor de calcul numeric și matriceal în rezolvarea ecuațiilor și a sistemelor de ecuații și în analiza comparativă a soluțiilor posibile.</p> <p>CP4. Definirea conceptelor, teoriilor, modelelor și metodelor specifice proiectării circuitelor și sistemelor VLSI.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea procedeelelor de elaborare/proiectare a circuitelor și sistemelor VLSI. ✓ Aplicarea principiilor și metode de bază pentru proiectarea sistemelor VLSI. ✓ Utilizarea adecvată de criterii și metode de evaluare a circuitelor VLSI noi prin adoptarea procedeelelor, tehnicilor și metodelor de bază, necesare în proiectarea lor. ✓ Organizarea proiectării corecte cu cele mai performante programe în procesele de simulare și proiectări VLSI. ✓ Determinarea parametrilor principali ai sistemelor VLSI. ✓ Aprecierea gradului de primejdie ecologică și la activitatea umană la cercetare. ✓ Proiectare, producere și exploatare a tehnicii TPS VLSI.
<p>Competențe profesionale</p>	<p>CP6. Evaluarea și asigurarea calității circuitelor, sistemelor VLSI și cele asociate.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrierea procedeelelor, tehnicilor și metodelor de bază necesare pentru asigurarea calității sistemelor VLSI în relație cu aparatele asociate. ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea metodelor de bază de calcul și proiectare a circuitelor și sistemelor VLSI necesare în procesele de evaluare și asigurare a calității lor în relație cu echipamentele/aparatele finale asociate. ✓ Aplicarea de principii și metode de bază pentru evaluarea și asigurarea calității circuitelor și sistemelor VLSI, dar și a softurilor utilizate.
<p>Competențe transversale</p>	<p>CT1. Realizarea laboratoarelor 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>CT2. Demonstrarea capacității de lucru în echipă, identificarea rolurilor și responsabilităților individuale și comune, luarea deciziilor și atribuirea de sarcini, cu aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei.</p> <p>CT3. Identificarea necesității 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</p>

	etc.), inclusiv folosind limbile străine: engleză, germană, ș.a.
--	--

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Înșușirea procedeeleor de calcul și proiectare constructivă a circuitelor și sistemelor VLSI.
Obiectivele specifice	Înșușirea de către studenți a dispozitivelor optoelectronice, structurii sistemelor cu dispozitive semiconductoare optoelectronice, dar și cu componente pasive. Să înțeleagă și să descrie structura circuitului nou VLSI. Să selecteze procedee adecvate pentru elaborarea circuitelor și sistemelor VLSI noi. Să formeze un procedeu optim de aplicare a calculelor și proiectare a circuitului. Să aplice corect procedeele de modelare, calcul și proiectare a sistemelor VLSI.

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica prelegerilor		
T1. Introducere. Perspectiva istorică. Procesul de proiectări a structurilor VLSI Noțiuni si introducere către sistemele VLSI. Criterii de selectare a soft-ului de bază. Fluxul proiectării, harta Y.	2	
T2. Ierarhia Proiectării. Stilurile Proiectării VLSI. Conceptele de Regularitate, Modularitate și Localizare. Exemple. Stilurile proiectării circuitelor cu CMOS.	2	
T3. Tehnologia proiectării CMOS. Fluxul procesului de fabricare CMOS. Etapete tehnologice a proiectării CMOS. Fluxul procesului de fabricare CMOS.	2	
T4. Tehnologia proiectării CMOS și regulile de proiectare. Tehnologia proiectării CMOS și regulile de proiectare.	2	
T5. Regulile de proiectare a straturilor în proiectul CMOS. Regulile de proiectare a straturilor metalice în proiectul CMOS.	2	
T6. Tehnologii evaluate de fabricare VLSI. Tehnologii evaluate de fabricare CMOS VLSI. Tehnologii avansate.	2	
T7 Sistemul proiectării măștilor pe straturi. Sistemul proiectării măștilor pe straturi. Regulile.	2	
T8 Proiectarea inversorului CMOS. Proiectarea inversorului CMOS.	2	
T9. Porțile logice CMOS. Porțile logice CMOS. Estimarea performanțelor structurii fizice.	2	
T10. Capacitățile MOSFET. Realitatea cu interconexiunile în circuitele și structurile VLSI. Capacitățile MOSFET.	2	
T11. Aritmetica pentru sistemele digitale. Aritmetica pentru sistemele digitale. Principiul generării și propagării. Tehnici de îmbunătățire.	2	
T12. Testarea sistemelor integrate. Tehnici de scanare a proiectării. Considerații de sistem.	2	
T13. VLSI pentru aplicații multimedia.	2	
T14. Generarea si distribuirea semnalelor de ceas. Distribuția și generarea semnalelor de ceas clock pe pastila VLSI.	2	

T15. Rețeaua de distribuție a semnalelor de ceas sub formă de copac H pe pastila VLSI.	2	
Total prelegeri:	30	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica lucrărilor de laborator (pentru MN, ISBM, AI)		
LL1. Studiarea Soft-ului Edit Lite.	4	
LL2. Proiectarea topologiei tranzistoarelor MOS în softul EDIT Lite.	4	
LL3. Proiectarea topologiei inversorului CMOS în softul EDIT Lite.	4	
LL4. Proiectarea unei scheme combinate în S-Edit lite. Studiarea T-Spice TANNER PRO lite.	4	
LL5. Proiectarea Crearea schemei combinaționale în softul SEDIT lite.	4	
LL6. Studiarea si Proiectarea subsistemului T-Spice CAD Tanner Pro lite.	4	
LL7. Lucrul cu softrile S-Edit, T-Spice și W-Edit Lite, determinarea caracteristicilor inversorului CMOS.	4	
LL8. TPS VLSI. Aplicații.	2	
Total lucrări de laborator/seminare:	30	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica lucrărilor practice		
LP1. Calcularea parametrilor TEC-MOS. Calcularea capacității plan-paralelă, a tensiunii de prag, efectului de substrat. Ecuațiile Tranzistoarelor MOS. Calcularea dependenței L de t_{ox} și a efectului W.	2	
LP2. Calculul dependenței λ și L, a transconductanței. Modele de semnal mare. Modele de semnal mic. Tehnologia CMOS. Conductanța canalului și frecvența maximă. Viteza de comutare și puterea de disipare.	2	
LP3. Calculul tranzistoarelor TEC-MOS, a I_{ds} în diferite regime, a schimbării tensiunii de prag cu temperatura. TEC-MOS cu canal indus. Caracteristicile și parametrii.	2	
LP4. Calcularea NM-noise margin. Forma măștilor CMOS, CMOS NOR2 și NAND2.	2	
LP5. Calcularea măștilor CMOS, NAND3.	2	
LP6. Calculul parametrilor tranzistoarelor din proiect de an. Determinarea căii Euler, Euler Path. Diagramele de bare pentru CMOS.	2	
LP7. Calcularea parametrilor tehnologici pentru LOCOS și ai tranzistoarelor.	2	
LP8. Harta tehnologică și măștile pentru proiectul de an.	1	
Total lucrări practice/seminare:	15	

8. Referințe bibliografice

Principale	Lupan Oleg, TPS VLSI. Note de curs. Chișinău, R.Moldova, 2016, – 150 pag. J.F. Wakerly „Circuite digitale - principiile si practicile folosite in proiectare”, Teora, 2005 – 952 pag. Dan NICULA, "Proiectarea circuitelor integrate", suport de curs, 2014-2015 (actualizat 5 Dec. 2014). – 272 p.
------------	---

	<p>Radu Bârsan „Fizica și tehnologia circuitelor MOS integrate pe scară mare”, București, 1989, – 464 p.</p> <p>Sorin Hintea, Tehnici de proiectare a circuitelor digitale VLSI, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1998 – 320 p.</p> <p>N. WESTE, D. HARRIS, CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective (4th Edition). Addison-Wesley Publishing Company, 2010, ISBN-10: 0-321-54774-8, ISBN-13: 978-0-321-54774-3. – 480 p.</p> <p>G. TOACSE, Dan NICULA, ELECTRONICA DIGITALA. Dispozitive, Circuite, Proiectare (I), Verilog HDL (II), Editura Tehnica, Bucuresti, 2005, ISBN 973-31-2270-X; 973-31-2268-8; 973-31-2269-6 (cota 621.3/T67/1, III.19116) – 224 p.</p> <p>J. Rabaey, VLSI design rules, 1999. – 388 pag.</p> <p>Ватанабэ М., Асада К., Кани К. и др. Проектирование СБИС: Пер. с япон. — М.: Мир, 1988.. – 772 с.</p> <p>Lupan O. TPS VLSI. Indicatii Metodice. Chișinău, UTM, 2016, – 96 pag.</p>
Suplimentare	<p>Казённых Г. Г. « Основы проектирования интегральных схем и систем » ВШ 2005, 295 с. http://files.pilotlz.ru/pdf/cB232-2-ch.pdf</p>

1. 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					
<p>Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la lucrul individual, inclusiv calcularea problemelor desinestătător;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la proiectul de an,</p> <p>Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii procedeeelor de calcul a circuitelor optoelectronice.</p>					