

**Tehnologii VLSI, Nanotehnologii**
**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	0714.5 Microelectronica și 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	4

**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
150	45	30	-	45	30

**3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul**

Conform planului de învățământ	Tehnologii moderne VLSI, nanotehnologii, calculul dimensiunilor tranzistoarelor MOS, proiectarea topologiei circuitului VLSI și fișa de realizare.
Conform competențelor	Elaborarea fotomăștilor pentru realizarea circuitului și calculul operațiilor tehnologice.

**4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru**

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic, este necesar proiector și calculator. Se interzice folosirea telefoanelor mobile în timpul prelegerilor.
Laborator/seminar	Înainte de începerea lucrării de laborator, studenții prezintă bazele teoretice a lucrării, efectuează lucrarea și oformează darea de seamă (referat) în corespundere cu indicațiile metodice.

**5. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	<b>CP4.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cunoștințe profunde a proceselor fizico-chimice care au loc la îndeplinirea operațiilor tehnologice;</li> <li>✓ Capacitatea de a alege cea mai potrivită fișă tehnologică de producere a circuitului VLSI;</li> <li>✓ Capacitatea de a calcula teoretic operațiile de bază din punct de vedere a eficienței viitorului circuit, randamentului de ieșire a circuitelor bune, competitivitatea lor pe piața internațională;</li> <li>✓ Cunoștințe despre principiile fizice de funcționare a instalațiilor tehnologice de fabricare a circuitelor VLSI;</li> <li>✓ Cunoștințe în domeniul ocrotirii mediului ambiant în timpul prelucrării chimice a materialelor.</li> </ul>
-------------------------	--

Competențe profesionale	<p>CP6.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluarea și asigurarea calității și fiabilității circuitelor VLSI;</li> <li>✓ Aplicarea în practică a cunoștințelor teoretice la calculul operațiilor tehnologice (oxidarea termică, difuzia, implantarea ionică, litografia, creșterea peliculelor epitaxiale din fascicul molecular).</li> </ul>
Competențe transversale	<p>CT1. 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proiectul de an trebuie de îndeplinit în așa mod, ca producătorul circuitelor VLSI să poată confecționa acest circuit în corespundere cu topologia elaborată, fotomăștile și calculele operațiilor tehnologice</li> </ul> <p>CT3. 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală prin formarea continuu, folosind surse de documentare tipărite în limba română și cel puțin într-o limbă de circulație internațională.</li> </ul>

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Însușirea proceselor fizico-chimice a operațiilor tehnologice de confecționare a circuitelor VLSI;</li> </ul>
Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să aleagă cea mai potrivită fișă tehnologică de confecționare a circuitului VLSI din punct de vedere a fiabilității și a randamentului de ieșire a circuitelor bune;</li> <li>✓ Să poată elabora topologia circuitului VLSI și construcțiile măștilor pentru realizare.</li> </ul>

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Nr de ore învățământ cu frecvență
Tematica prelegerilor	
T1. Evoluția circuitelor integrate. Nivelul mondial de dezvoltare tehnologică. Particularitățile operațiilor tehnologice de producere a circuitelor VLSI.	3
T2. Tehnologia clasică a circuitelor integrate nMOS, pMOS, CMOS, BiMOS, TEC-f-MOS.	5
T3. Epitaxia din fascicul molecular a Si și compușilor A <sup>III</sup> B <sup>V</sup> .	3
T4. Procese fizice în plasmă. Depunerea peliculelor în siste diodice, triodice. Pulverizarea reactivă. Pulverizarea cu magnetron. Corodarea uscată în plasma de argon și corodarea în plasma reactivă. Depunerea în plasmă a peliculelor dielectrice (SiO <sub>2</sub> , Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ).	8
T5. Operațiile litografice în tehnologia VLSI. Litografia cu fascicul electronic, rezoluția. Metodele de aliniere. Litografia cu raze X. Efectele de semiumbra și geometrice. Litografia cu fascicul de ioni.	8
T6. Implantarea ionică. Construcția instalației, principiul de funcționare. Distribuirea ionilor implantați pe adâncime.	4
T7. Depunerea polisiliciului. Influența diferitor factori la viteza de depunere.	3
T8. Metodele de izolare a tranzistorilor MOS în circuitele VLSI:	4
- Tehnica LOCOS, S <sub>E</sub> POX	
- Epitaxia selectivă	

- Izolarea cu șanțuri corodate în Si	
T9. Tehnologia nMOS de bază. Tehnologia CMOS. Perspectivele de dezvoltare a circuitelor VLSI	7
Total prelegeri:	45

Tematica activităților didactice	Numărul de ore învățământ cu frecvență
Tematica lucrărilor de laborator/seminarelor	
LL1. Tehnica de securitate a muncii la îndeplinirea lucrărilor de laborator.	2
LL2. Elaborarea topologiei circuitului integrat în corespundere cu schema de principiu.	4
LL3. Elaborarea schemei de principiu a circuitului integrat în corespundere cu topologia prezentată.	4
LL4. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor SiO <sub>2</sub> , fotorezist.	4
LL5. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor metalice (Al, Cu).	4
LL6. Studiul tratamentului fonic rapid al contactelor de Al depuse pe p-n joncțiune.	4
LL7. Studiul tratamentului fonic rapid al pastelor depuse pe p-n joncțiune.	4
LL8. Primirea referatelor.	4
Total lucrări de laborator/seminare:	30

#### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radu M. Bârsan „Fizica și tehnologia circuitelor MOS integrate pe scară mare”, București, 1989, 17 ex.</li> <li>2. Моро У. «Микролитография. Принципы, методы, материалы». Перевод с англ. М., Мир, 1990.</li> <li>3. Полевые транзисторы на арсениде галлия. Под ред Д.В.Ди Лоренцо М-во “Радио и связь” 1988.</li> <li>4. Плазменная технология в производстве СБИС. Под ред. Н.Айнсприка и Д.Брайпс. Москва “Мир” 1987.</li> <li>5. Технология СБИС. Под ред. СЗи М-во Мир “1989”.</li> </ol>
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emil Sofron , Serban Naicu. Proiectare si modelare pentru VLSI. Bucuresti : ALL Educational 1999.</li> <li>2. Тилл У., Лаксон Дж. Интегральные схемы: Материалы, приборы, изготовление. М.:Мир, 1985.</li> <li>3. Фути К., Судзуки Н. Языки программирования и схемотехника СБИС: Пер. с япон. — М.: Мир, 1988.</li> <li>4. Paul R.Gray, Robert G.Meyer „Circuite integrate analogice. Analiza și proiectarea.” Traducere din engleză. Editura Tehnica, București 1997.</li> </ol>

#### 9. Evaluare

Curentă		Proiect de an	Examen final
Atestarea 1	Atestarea 2		
30%	30%	*	40%

Standard minim de performanță
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;
Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator;
Obținerea notei minime de „5” la proiectul de an;
Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii condițiilor de aplicare a operațiilor tehnologice la proiectarea și producerea circuitelor VLSI