



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Tehnici de proiectare pentru structuri VLSI						
2.2 Titularul activităților de curs	S.I./Lect. Dr. Marius Enachescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	As. Drd. Florin-Silviu Dumitru						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.402	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4.5	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	63.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					57
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					2
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	62.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none"><li>· Fizica,</li><li>· Dispozitive electronice,</li><li>· Circuite electronice fundamentale,</li><li>· Circuite integrate analogice,</li><li>· Circuite Integrate Digitale</li></ul> Instrumentatie virtuala pentru microelectronica
-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de matematică, cunoștințe generale de microprocesoare, precum și limbajul SPICE.
--------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Nu este cazul.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de licență în UNSTPB).

**6. Obiectiv general** (*Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.*)

– Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale / specializarea Microelectronică, optoelectronică și nanotehnologii. Scopul acestui curs este ca studenții să înțeleagă componente cheie ale unui sistem VLSI, să se familiarizeze cu „tool”-urile de proiectare a structurilor VLSI, la nivelul algoritmilor și al structurilor de date, să se familiarizeze cu specificațiile comportamentale, structurale și fizice. La finalizarea cursului studenții vor putea (1) construi „tool”-uri de proiectare pentru VLSI, (2) proiecta „chip”-uri VLSI, (3) vor putea stăpâni algoritmi de rezolvare a unor probleme complexe ce implica „bits”, „gates”, „geometry”, „graphs”, „matrices”, „time”, etc..

**7. Competențe** (*Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.*)

<b>Specifice</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Analiza diverselor circuite prezentate la curs în vederea însușirii cunoștințelor predate și familiarizării cu funcționarea, performanțele și limitările specifice fiecăruia.</li><li>– Demonstrează înțelegerea specificației de proiect și structurarea sistemului electronic în blocuri funcționale.</li><li>– Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază, utilizând concepte cheie ale disciplinelor conexe și metodologiile specifice acestora.</li><li>– Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific direcției de studiu alese, în vederea comunicării eficiente și corecte, în scris și oral.</li><li>– Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea și aplicarea corectă a vocabularului aferent direcției de studiu alese, într-o limbă străină.</li></ul>
------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<b>Transversale (generale)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</li><li>– Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, de a identifica soluții, precum și de a desprinde și prezenta concluzii.</li><li>– Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</li><li>– Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>– Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața academică, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</li></ul>
------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

<b>Cunoștințe</b>	<p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Definește noțiuni și concepte specifice sistemelor de având semnale mixte analog-digitale VLSI.</li><li>– Descrie în mod corespunzător tehnicile de proiectare și analiză utilizate pentru dezvoltarea sistemului.</li><li>– Înțelege și descrie fenomenele implicate în funcționarea blocurilor componente ale sistemului și impactul acestora la nivelul sistemului.</li><li>– Enumeră cele mai importante etape ale proceselor tehnologice implicate și/sau ale soluțiilor adoptate, evidențiind limitările, avantajele, dezavantajele și aplicabilitatea acestora în proiectarea sistemului.</li><li>– Înțelege și descrie corespunzător etapele realizării unui sistem VLSI conform cu organizarea, cerințele și modul de lucru utilizate în industrie.</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Selectează și grupează informații relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice relevante pentru sistemele VLSI.</li><li>– Utilizează argumentat concepte și principii specifice sistemelor VLSI în vederea abordării corecte a unor probleme.</li><li>– Identifică și interpretează în mod corect relații de cauzalitate în funcționarea sistemului.</li><li>– Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentale realizate.</li><li>– Argumentează modul de rezolvare și soluțiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.</li></ul>



**Responsabilitate  
și autonomie**

*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.*

- Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.
- Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.
- Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.
- Manifestă spirit de echipă și colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
- Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învățare și a problemelor de rezolvat.
- Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.
- Analizează oportunități de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoștințele dobândite în domeniul studiat.
- Demonstrează abilități de management ale situațiilor din viața reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de realizare a proiectului).

**9. Metode de predare** *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

- Predarea se bazează pe comunicarea orală, metodele folosite fiind în principal metoda expositivă și metoda problematizării, utilizate frontal. Se folosește videoprojectorul, acoperind funcția de comunicare și cea demonstrativă, cât și mijloace interactive, bazate pe întrebări-răspunsuri și feedback-ul studenților.
- În activitatea de predare, studenții sunt ghidați în analiza și proiectarea blocurilor componente ale sistemului VLSI.
- În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.
- Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.
- Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.
- Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.
- Pachetul complet de materiale este disponibil în format electronic pe platforma Moodle a facultății.

**10. Conținuturi**

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere VLSI	2



2	Introducere CMOS 1. Scurt istoric CMOS 2. Tranzistorul MOS 3. Logica CMOS 4. Fabricare si layout CMOS 5. Caracteristici tehnologie CMOS	6
3	Teoria tranzistorului MOS 1. Introducere 2. Efecte secundare 3. Modelul de semnal mic 4. Inversorul CMOS	6
4	Considerente privind timpii de propagare in circuitele VLSI 1. Introducere 2. Modelul RC al timpului de propagare 3. Modelul Liniar al timpului de propagare 4. Efortul logic al drumurilor critice in circuitele VLSI 5. Analiza asistata a timpului de propagare in circuitele VLSI	8
5	Considerente privind puterea consumata in circuitele VLSI 1. Introducere 2. Puterea dinamica si tehnice de reducere a acesteia in circuitele VLSI 3. Puterea statica si tehnici de reducere a acesteia in circuitele VLSI 4. Produsul putere-timp de propagare in circuitele VLSI 5. Arhitecturi de putere mica in circuitele VLSI	6
6	Interconexiuni in circuitele VLSI 1. Introducere 2. Modelarea interconexiunilor in circuitele VLSI 3. Impactul interconexiunilor in circuitele VLSI si tehnici de reducere a acestuia 4. Efortul logic al drumurilor critice împreuna cu interconexiuni in circuitele VLSI	6
7	Memorii semiconductoare: structura la nivel de tranzistor si modul de a scrie si de a citi in celule de tipul: 1. SRAM 2. DRAM	8
	<b>Total:</b>	42

**Bibliografie:**

M. Enachescu, TPSVLSI, suport de curs electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://archive.curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9163>

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

R.J. Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, 4th Ed., IEEE Press, Wiley, 2019.

Behzad Razavi, „Design of Analog CMOS Integrated Circuits”, McGraw-Hill, Inc., 2017.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere Suita Cadence	3
2	Modelul RC al timpilor de propagare	3
3	Efortul logic al drumurilor critice in circuitele VLSI	3



4	Calculul puterii dinamice in circuitele VLSI	3
5	Calculul puterii statice in circuitele VLSI	3
6	Calculul efortului logic al drumurilor critice împreuna cu interconexiuni in circuitele VLSI	3
7	Funcționalitatea si calculul stabilității in celulele de memorie SRAM	3
	<b>Total:</b>	21

**Bibliografie:**

M. Enachescu, TPSVLSI, suport de laborator lectronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://archive.curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9163>

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Test partial	test scris	20
	Examen final	test scris/ examen oral	50
11.5 Seminar/laborator/proiect	Teste pe parcurs	scris	15
	Colocviu	test scris/proba practic	15
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului. Obținerea a 50% din punctajul de la examenul oral.			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**

Conținutul disciplinei si competentele achiziționate corespund așteptărilor organizațiilor profesionale de profil (de ex. ARIES) si firmelor de profil la care studenții își desfășoară stagii de practica si/sau ocupa un loc de munca, precum si organismelor naționale de asigurarea a calității (ARACIS).

Angajatori reprezentativi: centre de proiectare, naționale și internațional, de mărime medie și mică, pentru proiectarea și implementarea sistemelor VLSI.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, cursul fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

S.I./Lect. Dr. Marius  
Enachescu

As. Drd. Florin-Silviu Dumitru



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul  
Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea