



### 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	Masterat
1.6 Specializarea	Microelectronică Avansată

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Instrumente software pentru proiectarea circuitelor integrate					
(en)		CAD for Integrated Circuits Design					
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Claudiu DAN					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Claudiu DAN					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.04-03	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					32
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					1
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	33.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none"><li>• Programarea calculatoarelor,</li><li>• Structuri de date și algoritmi,</li><li>• Circuite electronice fundamentale,</li><li>• Circuite integrate analogice,</li><li>• Circuite integrate digitale</li></ul>
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cunoștințe generale de programare</li><li>• Cunoștințe generale de circuite electronice analogice</li><li>• Cunoștințe generale de circuite electronice digitale</li></ul>
--------------------------------	--

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

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.</li><li>• Pentru transmiterea sincronă/înregistrarea prelegerilor este necesară o legătură la Internet de viteză corespunzătoare</li></ul>
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: un număr de calculatoare cel puțin egal cu cel al studenților</li><li>• Calculatoarele trebuie să ruleze un sistem de operare de tip Linux și pachetul de programe IC Design de la Cadence</li><li>• Licențe pentru software-ul Cadence</li></ul>

**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 Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale / programul de master Advanced Microelectronics și își propune prezentarea, analiza și experimentarea principalelor tehnici utilizate în proiectarea cu ajutorul calculatorului a circuitelor integrate actuale.

Complexitatea sistemelor integrate într-un cip, care poate conține miliarde tranzistoare, impune folosirea intensivă și extensivă a unor instrumente software din ce în ce mai sofisticate. Pentru a le putea folosi corespunzător sunt studiate aspectele fundamentale ale problematicii pe care aceste instrumente sunt chemate să le rezolve.

Soluțiile algoritmice și de structuri de date care stau la baza instrumentelor software sunt prezentate și comparate din perspectiva utilizatorului.

**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>	<p>Demonstrează că deține <b>cunoștințe</b> de bază în domeniul utilizării și dezvoltării de instrumente software pentru elaborarea de proiecte de circuite integrate</p> <p><b>Corelează cunoștințele</b></p> <p><b>Aplică în practică</b> cunoștințele generale privind utilizarea instrumentelor software atât în proiectarea unor sisteme electronice cât și în proiectarea unor circuite integrate analogice, digitale și cu circuite mixte.</p> <p><b>Aplică</b> metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru <b>realizarea procesului de evaluare și diagnoză</b> a unui mediu de proiectare și de a-l adapta la cerințe particulare.</p> <p><b>Argumentează și analizează</b> coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba engleză:</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă engleză, limbă standard de facto a domeniului.</p>
<b>Transversale (generale)</b>	<p><b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru <b>rezolvarea de situații problemă</b> de complexitate medie.</p> <p><b>Autonomie și gândire critică:</b> abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p><b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p>

**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>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.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Enumeră</b> cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.</li><li>• <b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului.</li><li>• <b>Describe/clasifică</b> noțiuni/procese/fenomene/structuri.</li><li>• <b>Evidențiază consecințe și relații.</b></li><li>• <b>Definește etapele specifice proiectării unui cip.</b></li><li>• <b>Definește instrumentele software specifice fiecărei etape.</b></li></ul>
-------------------	--

<b>Aptitudini</b>	<p>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).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Selectează și grupează</b> informații relevante într-un context dat.</li> <li>• <b>Utilizează argumentat principii specifice în vederea proiectării eficiente a cipurilor și atingerii dezideratului de “succes de la prima încercare”.</b></li> <li>• <b>Lucrează productiv în echipă.</b></li> <li>• <b>Elaborează un text științific.</b></li> <li>• <b>Verifică experimental soluții identificate.</b></li> <li>• <b>Rezolvă aplicații practice.</b></li> <li>• <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate.</li> <li>• <b>Analizează și compară stilurile diferite de proiectare.</b></li> <li>• <b>Identifică soluții și elaborează</b> planuri de rezolvare/proiecte.</li> <li>• <b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b></li> <li>• <b>Argumentează</b> soluțiile identificate/modurile de rezolvare</li> </ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează.</li> <li>• <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li> <li>• <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare.</li> <li>• <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li> <li>• <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li> <li>• <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentască/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li> <li>• <b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li> <li>• <b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li> <li>• <b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li> <li>• <b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate.</li> <li>• <b>Demonstrează abilități de management</b> al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li> </ul>

**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.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.



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.

Acestă 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.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere 1.1 Evoluția proiectării de circuite integrate 1.2 Problemele proiectării de CI în era VLSI 1.3 Metodologii de proiectare 1.4 Cuprins	1
2	Caracteristicile procesului de proiectare a CI 2.1 Proiectarea circuitelor integrate 2.2 Metodologii/stiluri de proiectare 2.3 Instrumente software în proiectare de CI 2.4 Clasificarea instrumentelor CAD 2.5 Istoria metodologiilor de proiectare CI 2.6 Proiectarea = Optimizare cu constrângeri 2.7 Caracteristicile proiectării cipurilor 2.8 Ierarhia 2.9 Vederi (“views”) 2.10 Conectivitatea 2.11 Dimensiunea spațială	6
3	Mediul de proiectare 3.1 Introducere 3.2 Nivel de sistem 3.3 Nivel algoritmic 3.4 Nivel de componente 3.5 Nivel de proiectare fizică (layout)	2



4	Reprezentare 4.1 Introducere 4.2 Problemele generale ale reprezentării 4.3 Reprezentarea ierarhiei 4.4 Reprezentarea vederilor 4.5 Reprezentarea conexiunilor 4.6 Reprezentarea geometriilor	2
5	Simularea circuitelor analogice 5.1 Introducere 5.2 Scopul simulării 5.3 Liste de conexiuni, “netlists” 5.4 Formularea ecuațiilor de circuit 5.5 Metoda nodală modificată, MNA 5.6 Modelarea dispozitivelor active 5.7 Tipuri de analize clasice 5.8 Accelerarea simulării 5.9 “Steady-State Analysis” – Analiza regimului permanente de funcționare pentru circuitele de RF 5.10 Modelare comportamentală 5.11 Macro-modele 5.12 Verilog-A și Verilog-AMS 5.13 XYCE – Simulator analogic paralel	7
6	Simularea circuitelor digitale 6.1 Introducere 6.2 Simulatoare la nivel de circuit 6.3 Simulatoare logice 6.4 Simulatoare funcționale și comportamentale 6.5 Problemele simulării 6.6 Simularea bazată pe evenimente, “Event-Driven” 6.7 Hardware-ul și simularea 6.8 Simulatoare digitale actuale	2
7	Sinteza fizică 7.1 Generarea și modificarea celulelor 7.2 Generarea layout-ului exterior celulelor	2
8	Instrumente de analiza statică a circuitelor 8.1 Introducere 8.2 Verificarea regulilor de proiectare electrică 8.3 Verificarea regulilor de proiectare fizică 8.4 Extragerea și compararea netlist-urilor	2
9	Modelarea și simularea interconexiunilor 9.1 Introducere 9.2 Modelarea interconexiunilor	2



10	Estimarea și simularea și estimarea consumului de putere 10.1 Introducere 10.2 La nivel software 10.3 La nivel comportamental 10.4 La nivel RTL 10.5 La nivel de porți 10.6 La nivel de circuit/tranzistor	2
<b>Total:</b>		28

**Bibliografie:**

1. DAN Claudiuș, Prezentările de la cursul de CAD ICD, <https://curs.upb.ro/2021/mod/folder/view.php?id=240285>
2. Chen, W.K., ed., The VLSI Handbook, CRC Press, 2000.
3. Chen, W.K., ed., The VLSI Handbook, CRC Press, 2000.
4. Piguet, C., ed., Low-Power CMOS Circuits, Technology, Logic Design and CAD Tools, CRC Press, 2006
5. Rubin, S.M., Computer Aids for VLSI Design, 2nd ed., 1994
6. Wambacq, P., G. Gielen, J. Gerrits, Low-Power Design Techniques and CAD Tools for Analog and RF Integrated Circuits, Kluwer, 2003
7. Kundert, K.S., The Designer's Guide to SPICE&SPECTRE, Kluwer Academic Publishers, 1998
8. Vladimirescu, A., The SPICE Book, John Wiley & Sons, New York, 1993

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în utilizarea sistemelor de operare de tip Unix/Linux	2
2	Introducere în utilizarea mediului de proiectare a circuitelor integrate Cadence	2
3	Editarea și simularea unui circuit analogic în Cadence	2
4	Crearea și simularea analogică a unui circuit ierarhic	2
5	Simularea circuitelor digitale	2
6	Simularea circuitelor cu semnale mixte	2
7	Colocviu laborator	2
<b>Total:</b>		14

**Bibliografie:**

1. DAN Claudiuș, Prezentările de la cursul de CAD ICD, actualizat anual, <https://curs.upb.ro/2021/mod/folder/view.php?id=240285>
2. Chen, W.K., ed., The VLSI Handbook, CRC Press, 2000.
3. Chen, W.K., ed., The VLSI Handbook, CRC Press, 2000.
4. Piguet, C., ed., Low-Power CMOS Circuits, Technology, Logic Design and CAD Tools, CRC Press, 2006
5. Rubin, S.M., Computer Aids for VLSI Design, 2nd ed., 1994
6. Wambacq, P., G. Gielen, J. Gerrits, Low-Power Design Techniques and CAD Tools for Analog and RF Integrated Circuits, Kluwer, 2003
7. Kundert, K.S., The Designer's Guide to SPICE&SPECTRE, Kluwer Academic Publishers, 1998
8. Vladimirescu, A., The SPICE Book, John Wiley & Sons, New York, 1993

**11. Evaluare**





Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale	Examen final scris de tip grilă	15
	Cunoașterea modalității de a rezolva probleme specifice etapelor de proiectare a circuitelor integrate	Examen final scris de tip grilă	15
	Cunoașterea metodologiilor de proiectare și a etapelor de proiectare	Examen final scris de tip grilă	20
11.5 Seminar/laborator/proiect	Buna înțelegere a cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	10
	Aplicarea cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	25
	Abilitățile de lucru independent folosind software-ul corespunzător	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	25
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obținerea a 50% din punctajul total.</li><li>• Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.</li><li>• Obținerea a minimum 33% din punctajul aferent examinării finale</li></ul>			

## 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 (SEİS)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a analiza și proiectarea circuitelor integrate care reprezintă un domeniu de mare interes în ultima perioadă, existând o cerere importantă de ingineri în domeniul proiectării circuitelor integrate analogice, digitale și cu semnale mixte.
- Instrumentele software studiate sunt folosite în permanență în toate companiile comerciale din domeniu. Mediul de proiectare Cadence utilizat la laborator este folosit în toate companiile comerciale din domeniu care activează în România.
- Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale și tendințelor de evoluție tehnologică. Cursul și aplicațiile aferente acestuia asigură studenților cunoștințe și competențe care le oferă posibilitatea angajării rapide după absolvirea facultății într-o companie de prestigiu din domeniu.
- Situația actuală pe piața semiconductoarelor a dezvoltat dezechilibrele majore care există între cererea și oferta de produse din acest domeniu care a generat măsuri active și decisive la toate nivelele de decizie inclusiv cele statale și ale Uniunii Europene.
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere atât cunoștințe, aspecte, fenomene descrise de literatura de specialitate dar și cercetările proprii publicate cât și experiența industrială a titularilor disciplinei.








**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**



- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de universitatea Lodz University of Technology din Polonia, THE UNIVERSITY of EDINBURGH și Newcastle din Marea Britanie, etc.
- Prin activitățile de laborator se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.
- Disciplina a fost dezvoltată în acord cu companiile din domeniul microelectronicii care activează în România precum Infineon Technologies, Romania, Microchip Romania și On Semiconductor/

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Prof. Dr. Claudiu DAN 	Prof. Dr. Claudiu DAN 
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 