



### 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	Micro și Nanoelectronică

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Modelarea avansată a circuitelor analog-digitale					
(en)		Advanced modeling of analog-digital circuits					
2.2 Titularul activităților de curs		Colaborator Dr. Mihai Crăciun					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Colaborator Dr. Mihai Crăciun					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.05-09	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					16
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					28
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Cursuri fundamentale de Dispozitive Electronice, Circuite Electronice
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de fizică, dispozitive electronice, circuite electronice și simulare software a circuitelor electronice

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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector sau pe platforma MSTEams
----------	--



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare, legătură la INTERNET, simulator de circuite electronice de tip SPICE sau pe platforma MStTeams, studenții având calculatoare cu un simulator de tip SPICE instalat.
-----------------------------------	---

**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.)*

De-a lungul ultimelor decenii, circuitele integrate au evoluat de la chip-uri cu o singură funcție către sisteme complexe pe un singur cip. Astfel de sisteme-on-chip moderne (SoC) includ procesoare de semnal digital, microcontrolere, circuite RF și analogice pentru a asigura interfața necesară pentru lumea fizică reală a semnalelor de la senzori, interfețe audio / video, semnale electronice sau comunicații wireless. Aceste sisteme de semnal mixt analogic / (AMS) necesită co-integrare, co-design și co-verificarea circuitelor analog- digitale pe aceeași platformă de tehnologie CMOS. În acest curs, vom studia:

implementarea circuitelor mixte analog / digitale cu ajutorul modelării comportamentale, ca un instrument esențial în fluxul de proiectare a sistemelor AMS.

compararea critică a soluțiilor de circuit analogice și digitale într-un context aplicativ dat în ceea ce privește calitatea semnalului, consumul de energie, costuri și flexibilitate,

analiza surselor și propagarea non-idealităților analogice într-un lanț de semnal mixt,

generarea soluțiilor adecvate pentru blocuri analogice și modelarea comportamentului lor la nivel înalt în limbaj de tip Verilog-AMS

Configurarea unei metodologii adecvate pentru proiectarea, simularea și verificarea unui sistem de semnal mixt de la faza de specificație la cea de partitionare bloc către implementarea fizică, co-simularea și co-verificarea blocurilor analogice cu un circuit digital în Verilog pentru a extrage specificațiile pentru implementarea circuitului de semnal mixt,

analiza foilor de catalog ale unui sistem electronic în cadrul unui proiect de design, analiza unei lucrări științifice în domeniul circuitelor și a sistemelor electronice.

**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>	<b>C1.</b> Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică <b>C2.</b> Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite integrate și sisteme micro și nanoelectronice cu instrumente software moderne <b>C3.</b> Modelarea și procesarea dispozitivelor și circuitelor integrate utilizând tehnologii avansate <b>C4.</b> Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite și sisteme optoelectronice cu instrumente software și tehnologii moderne micro și nanoelectronice
<b>Transversale (generale)</b>	<b>CT1</b> Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională.



**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 factice.</p> <p><b>Enumeră</b> tipuri de circuite electronice <b>Definește</b> parametrii specifici ai circuitelor analog-digitale <b>Describe/clasifică</b> parametrii de model <b>Evidențiază</b> particularitățile soluțiilor constructive speciale</p>
<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> <p><b>Selectează</b> și grupează informații relevante despre tipurile de circuite electronice <b>Utilizează argumentat principii specifice în vederea</b> pastrării sau neglijării unor parametrii de model. <b>Lucrează</b> productiv în echipă pentru efectuarea proiectului. <b>Elaborează un text științific</b> în redactarea proiectului <b>Verifică experimental soluțiile</b> de proiectare în cadrul seminarului și proiectului. <b>Rezolvă</b> aplicații practice în cadrul proiectului, calculând seturi de date și folosindu-le în cadrul proiectului. <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate dintre valorile extrase. <b>Analizează și compară</b> valori calculate și proiectate. <b>Identifică soluții</b> și elaborează proiectul disciplinei. <b>Formulează</b> concluzii la experimentele realizate. <b>Argumentează</b> soluțiile identificate în cadrul proiectului .</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <p><b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează. <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate. <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare. <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat <b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate.</b> <b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea de soluții viabile/sustenabile <b>Aplică principii de etică</b></p>

**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 pagini de Internet 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.

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

Se va verifica atenția studenților prin teste rapide (quizz) în timpul sau la finalul cursului la anumite cursuri.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Introducere 1.1. Tematica cursului 1.2. Prezentare generală a structurii cursului și a obiectivelor specifice 1.3. Prezentarea generală a proiectului	2
2	2. Metodologia proiectării sistemelor AMS	2
3	3. Modelarea comportamentală	6
4	4. Testarea semnalelor analogice 4.1. Proprietățile circuitelor analogice 4.2. Testarea circuitelor analogice	6
5	5. Testarea sistemelor mixte 5.1. Introducere în conversia DAC și CAD 5.2. Structura circuitelor ADC și DAC 5.3. Specificații ADC/DAC și modele de erori 5.4. Standardul IEEE1057 5.5., Testarea în domeniul timp 5.6. Testarea în domeniul frecvență 5.7 Standardul IEEE 1149.4 pentru busul de test	8
6	6. Concluzii si aplicatii	4
	<b>Total:</b>	28



**Bibliografie:**

M. Craciun -<https://curs.upb.ro/2021/enrol/index.php?id=9535>

A. Rusu, „Conducție electrică neliniară în structuri semiconductoare”, Editura Academiei Române, București, 2000;

**L. Dobrescu, D. Dobrescu**, „Modele avansate ale dispozitivelor MOS”, Editura Printech, București, 2002;

Laung-Terng Wang Cheng-Wen Wu Xiaoqing Wen VLSI TEST Principles and Architectures, Morgan Kaufman Publishers, Elsevier 2006, ISBN 13: 978-0-12-370597-6 ISBN 10: 0-12-370597-5

**PROIECT**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Modelarea comportamentală a elementelor pasive și active;	1
2	Modelarea comportamentală a comparatorului cu histerezis și a circuitelor de întârziere;	1
3	Modelarea comportamentală a circuitului de comandă pentru tranzistoare MOS de putere	1
4	Modelarea comportamentală a blocurilor de protecție (supra-curent, supra-temperatură, supra-tensiune);	1
5	Modelarea comportamentală a circuitelor de consum, rezolvarea erorilor de convergență;	1
6	Verificarea unui model comportamental.	1
7	Verificare finală	1
	<b>Total:</b>	7

**Bibliografie:**

A. Rusu, D. Dobrescu, L. Dobrescu, “Dispozitive și Circuite Electronice note de curs și probleme rezolvate”, 90 pg., Ed. Printech, ISBN 973-652-828-6, București, 2003;

Laung-Terng Wang Cheng-Wen Wu Xiaoqing Wen VLSI TEST Principles and Architectures, Morgan Kaufman Publishers, Elsevier 2006

**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 de simulare și calcul a circuitelor - cunoștințele de bază privind referințele de tensiune și curent	80%(40% problema examen+40% test în timpul semestrului)	80%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Verificare proiect	Verificare	20%

**11.6 Condiții de promovare**

Obținerea a 50% din punctajul laboratorului și din punctajul proiectului din timpul semestrului.

Respectarea regulamentului UNSTPB privind condițiile de promovare.

Modelarea comportamentului sistemelor la nivel înalt în limbaj de tip Verilog-AMS.






**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)**

Creșterea complexității circuitelor și sistemelor electronice precum și necesitatea reducerii costurilor și a ciclurilor de cercetare- proiectare- fabricare au impus dezvoltarea tehnicilor de simulare, proiectare și optimizare asistată de calculator, sub forma diverselor instrumente software.

Disciplina asigură absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive.

Se asigură astfel absolvenților o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, 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
09.09.2024	Colaborator Dr. Mihai Crăciun 	Colaborator Dr. Mihai Crăciun 
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 