



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 proceselor de fabricație pentru proiectarea circuitelor integrate | | | | | |
| (en) | | Modeling of manufacturing processes for the design of integrated circuits | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | S.I./Lect. Dr. Ovidiu George Profirescu | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator | | S.I./Lect. Dr. Ovidiu George Profirescu | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 2 | 2.5 Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Ob |
| 2.8 Tipul disciplinei | DA | 2.9 Codul disciplinei | UPB.04.M3.O.05-32 | 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 | | | | | 17 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate | | | | | |
| Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | |
| Tutorat | | | | | 0 |
| Examinări | | | | | 16 |
| 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 | Cursuri fundamentale de Dispozitive Electronice, Circuite Electronice Fundamentale, Circuite Integrate Analogice. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe generale de fizică, matematică, dispozitive electronice și măsuratori electrice. |

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 | Laboratorul se va desfășura în incinta societății comerciale ONSEMI Romania, într-un laborator la standarde industriale, asigurând astfel un liant între mediul academic și mediul industrial în care aceștia vor urma să activeze după terminarea studiilor. Se asigură astfel alinierea cunoștințelor predate cu dezvoltarea tehnologică actuală. |

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.)*

Prezentarea modelării proceselor de fabricație în industria semiconductoarelor pentru dezvoltarea unor instrumente software de proiectare a circuitelor integrate;

- evidențierea și descrierea seturilor de fișiere rezultate din procesul de fabricație al dispozitivelor semiconductoare (PDK- process design kit) ca date de intrare;
- prezentarea unei biblioteci de PDK;
- prezentarea mediilor de simulare VLS;
- prezentarea unor soluții avansate de layout VLSI și parametrizarea celulelor;
- prezentarea unor reguli de verificare (verificarea regulilor de proiectare și extracție);
- prezentarea simulării post layout (extracția parazită PEX și simulări RC);
- familiarizarea studenților cu mediul industrial și cu echipamentele de laborator moderne disponibile angajaților Onsemi Romania.

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.)*

| | |
|--------------------------------|--|
| Specifice | C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică; C2. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite integrate și sisteme micro și nanoelectronice cu instrumente software moderne; C3. Modelarea și procesarea dispozitivelor și circuitelor integrate utilizând tehnologii avansate; C4. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite și sisteme optoelectronice cu instrumente software și tehnologii moderne micro și nanoelectronice; |
| Transversale (generale) | CT1 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.)*



| | |
|--------------------------------------|---|
| Cunoștințe | <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> <p>Enumeră parametrii PDK Definește elementele caracteristice ale proceselor de fabricație VLSI Descrie/clasifică parametrii de model Evidențiază particularitățile soluțiilor constructive speciale</p> |
| Aptitudini | <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> <p>Selectează și grupează informații relevante despre Biblioteca primitivă a unui dispozitiv Utilizează argumentat principii specifice în vederea pastrării sau neglijării unor parametrii de model. Lucrează productiv în echipă pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Elaborează un text științific în redactarea referatelor de laborator Verifică experimental soluțiile de proiectare în cadrul laboratorului. Rezolvă aplicații practice în cadrul laboratorului, prelucrând seturi de date măsurate. Interpretează adecvat relații de cauzalitate dintre valorile extrase. Analizează și compară valorile măsurate. Identifică soluții de măsură în cadrul laboratorului. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate .</p> |
| Responsabilitate și autonomie | <p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>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 colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate. Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile Aplică principii de etică</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 conservative-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



parcurs, 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. Evoluția domeniului circuitelor integrate și perspective viitoare 1.3. Etapele proiectării circuitelor integrate de precizie | 2 |
| 2 | 2. Elemente de VLSI 2.1. Elemente de baza în VLSI 2.2. Izolarea structurilor în tehnologiile CMOS/BICMOS 2.3. Circuite de comandă a porții tranzistoarelor MOS 2.4. Circuite de protecție și control 2.5. Alte circuite (bandgap, oglinzi, multiplicator capacitiv) | 10 |
| 3 | . Elemente PDK 3.1. Biblioteca primitivă a unui dispozitiv 3.2. Recunoașterea elementelor din modelul tranzistorului MOS 3.3. Date tehnologice (straturi, culori, atribute de descriere, constrângeri de proces, reguli electrice) 3.4. Manualul regulilor de proiectare | 8 |
| 4 | 4. Prezentarea mediilor de simulare VLSI | 4 |
| 5 | 5. Prezentarea regulilor de verificare | 2 |
| 6 | 6. Prezentarea simulării post layout (extracții parazite PEX și simulări RC) | 2 |
| | Total: | 28 |
| Bibliografie: 1. O. Profirescu https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9678 2. Sedra, Smith- Microelectronic Circuits, 2019 3. Razavi-Design of Analog CMOS Integrated Circuit, 2017 4. R. Jacob Baker – CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 2010 5. Bruce Carter, Ron Mancini - Op Amps for Everyone, 2017 | | |

| LABORATOR | | |
|-----------|------------|---------|
| Nr. crt. | Conținutul | Nr. ore |



| | | |
|---------------|--|----|
| 1 | <p>Amplificatorul operational. Definitie. Aplicatii cu amplificatoare operationale.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parametrii amplificatoarelor operationale. Parametri DC. Parametri AC - Interpretarea unei foi de catalog a unui AO. Parcurgerea parametrilor, valorilor si figurilor din foaia de catalog - Circuite electrice folosite la testarea AO. Prezentarea la nivel de componenta si functie - Metode de masura a AO - Placi si instrumente de testare. - Exportul datelor pe calculator - Prelucrarea datelor pe calculator | 2 |
| 2 | <p>Masurarea benzii, marginii de faza si de castig a AO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Masurarea curbei de bucla inchisa - Masurarea timpului de revenire a iesirii din saturatie - Masurarea vitezei de urmarire a iesirii - Masurarea timpului de setare a iesirii - Prezentarea metodei de masura a tensiunii de decalaj - Prezentarea metodei de masura a parametrilor de rejectie PSRR si CMRR - Prezentarea metodei de masura a amplificarii in bucla deschisa | 2 |
| 3 | <p>Modele IBIS si Spice</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ce sunt modelele IBIS si Spice, si la ce se folosesc? -Tehnici de masurare a caracteristicilor I-V. -Tehnici de masurare a caracteristicilor V-t. | 1 |
| 4 | <p>Crearea unui model IBIS al unui Buffer Digital.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Simularea folosind modelul creat. | 1 |
| 5 | <p>Masurarea benzii, marginii de faza si de castig a AO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Masurarea curbei de bucla inchisa - Masurarea timpului de revenire a iesirii din saturatie - Masurarea vitezei de urmarire a iesirii - Masurarea timpului de setare a iesirii - Prezentarea metodei de masura a tensiunii de decalaj - Prezentarea metodei de masura a parametrilor de rejectie PSRR si CMRR - Prezentarea metodei de masura a amplificarii in bucla deschisa | 2 |
| 6 | <p>Proiectarea si simularea unei surse de curent Widlar proporțională cu temperatura (PTAT). Generarea unei tensiuni de referință folosind principiul tensiunii de bandgap. Convertirea tensiunii de referință obținute într-un curent constant cu temperatura.</p> | 2 |
| 7 | <p>Proiectarea si simularea unui amplificator operational cu doua etaje si casoda pliata. Înțelegerea parametrilor de baza ai unui amplificator operațional: tensiune de decalaj, zgomot, CMRR, PSRR, banda, margine de faza.2</p> | 2 |
| 8 | Colocviu Laborator | 2 |
| Total: | | 14 |

Bibliografie:

1. [Microelectronic Circuits \(The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering\)](#)-Sedra, Smith, 2019
2. Razavi-Design of Analog CMOS Integrated Circuit, 2017
3. R. Jacob Baker – CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 2010
4. Allen, Phillip E. Holberg, Douglas R - CMOS analog circuit design, 2011
5. Bruce Carter, Ron Mancini - Op Amps for Everyone, 2017



11. Evaluare

| Tip activitate | 11.1 Criterii de evaluare | 11.2 Metode de evaluare | 11.3 Pondere din nota finală |
|---|---------------------------|--|------------------------------|
| 11.4 Curs | Examen | Evaluarea se face prin examen scris de verificare susținut la o dată fixată în timpul sesiunii de examen. | 40% |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect | Colocviu Laborator | Evaluarea se face la un termen final de verificare: 1. verificarea abilitatilor tehnice dobandite 2. gradul de intelegere al semnificatiei rezultatelor. | 30% |
| | Tema de casa | Verificarea temei de casa va avea loc in a doua parte a semestrului | 30% |
| 11.6 Condiții de promovare | | | |
| Obținerea a 60% din punctajul laboratorului din timpul semestrului. | | | |

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 atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Disciplina asigură și o sinergie între mediul academic și cel industrial, introducând studenții în mediul industrial prin laboratoarele care au loc în incinta companiei Onsemi Romania.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2024

S.I./Lect. Dr. Ovidiu George
Profirescu

S.I./Lect. Dr. Ovidiu George
Profirescu

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN



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



Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea