



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) | Testarea automata și validarea circuitelor integrate | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | S.I./Lect. Dr. Alexandru Antonescu | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator | S.I./Lect. Dr. Alexandru Antonescu | | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 2.5 Semestrul | II | 2.6. Tipul de evaluare | V | 2.7 Regimul disciplinei | Op |
| 2.8 Tipul disciplinei | S | 2.9 Codul disciplinei | 04.S.08.A.416 | 2.10 Tipul de notare | Nota | | |

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

| | | | | | |
|--|-------|--------------------|------|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3.5 | Din care: 3.2 curs | 2.00 | 3.3 seminar/laborator | 1.5 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 49.00 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 21 |
| Distribuția fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 51 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate | | | | | |
| Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | |
| Tutorat | | | | | 10 |
| Examinări | | | | | 3 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | 0 |
| 3.7 Total ore studiu individual | 51.00 | | | | |
| 3.8 Total ore pe semestru | 100 | | | | |
| 3.9 Numărul de credite | 4 | | | | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|-------------------|--|
| 4.1 de curriculum | Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none">• Testare și Instrumentație Virtuală în Microelectronică• Instrumentație Electronică de Măsură• Circuite Electronice Fundamentale• Circuite Integrate Analogice• Circuite Integrate Digitale• Semnale și sisteme |
|-------------------|--|



| | |
|--------------------------------|--|
| 4.2 de rezultate ale învățării | Acumularea următoarelor cunoștințe: Determinarea principalilor limitări ale DIB (device interface board), elemente parazite, neadaptari, cât și utilizarea metodelor corecte pentru limitarea acestora Implementarea metodelor de analiză de date, calibrare cât și înțelegerea principalelor mecanisme ce duc la defectarea circuitelor integrate |
|--------------------------------|--|

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 și computer. |
| 5.2 Seminar/ Laborator/Proiect | <ul style="list-style-type: none">• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: echipamente de testare, module pentru comanda acestora, calculatoare cu softurile aferente și platforma cu dispozitivele și circuitele ce urmează să fie testate• Pentru desfășurarea activităților de laborator sunt necesare următoarele dispozitive/circuite: diode semiconductoare, filtre, amplificatoare, stabilizatoare de tensiune, conectică, etc. |

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 specializării “Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii” și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului de analiză de date, proiectare și limitări ale DIB, în domeniul testării dispozitivelor și circuitelor integrate.

Disciplina abordează ca tematică specifică noțiuni de bază privind parametri de circuit, metode și limitări specifice din domeniul testării circuitelor, a modulelor de caracterizare, influența elementelor parazite și tehnici de analiză de date.

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 | <p>Dezvoltarea de configurații de evaluare a funcționalității circuitelor analogice, digitale și mixte realizare în tehnologii integrate. Implementarea acestor configurații în sisteme de test automate</p> <p>C4.1 Cunoașterea și înțelegerea principiilor și metodelor de proiectare a circuitelor analogice, digitale și de semnale mixte, precum și a bazelor tehnologiei micro-nanoelectronice. Evaluarea performanțelor circuitelor: viteză, cost, fiabilitate, scalabilitate.</p> <p>C4.2 Capacitatea de selecție și utilizare a topologiilor de circuit și a tehnologiei (CMOS, BiCMOS sau bipolara) adecvate unui circuit concret.</p> <p>C4.4 Posibilități de selecție de parametri de bază pentru circuitele integrate care le definesc performanțele electrice, fiabilitatea și siguranța în funcționare</p> <p>C5.1 Cunoașterea conceptelor, instrumentelor și metodelor folosite în procesul de modelare avansată a dispozitivelor semiconductoare</p> <p>C5.5 Simularea de dispozitive și circuite electronice pe baza modelelor fundamentale și extragerea de parametri de model din măsuratori electrice specifice.</p> <p>C5.4 Stabilirea unor limite fizice și tehnologice în proiectarea și realizarea dispozitivelor pentru circuite integrate și modificarea unor modele fundamentale de dispozitiv în concordanță cu dimensiunile nanometrice.</p> |
| Transversale (generale) | <p>Transversale (generale) Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. Autonomie și gândire critică: 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>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</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.)

| | |
|-------------------|--|
| Cunoștințe | <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">• Enumeră cele mai importante etape ale procesului de proiectare al modulelor de testare, analiză de date cât și limitările impuse de elementele parazite și interacțiunea dintre circuite.• Definește noțiuni specifice domeniului, în strânsă relație cu circuitul testat• Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene.• Evidențiază consecințe și relații. |
|-------------------|--|



| | |
|--------------------------------------|--|
| 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> <ul style="list-style-type: none">• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.• Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc.• Lucrează productiv în echipă.• Verifică experimental soluții identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară performanțele circuitelor similare, în urma procesului de testare.• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.• Formulează concluzii la experimentele realizate.• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare. |
| Responsabilitate și autonomie | <p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și analizează veridicitatea acestora.• 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• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict). |

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 folosirea videoproietorului (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă); metodele de comunicare orală utilizată sunt metoda expozitivă și metoda problematizării, utilizate frontal. Materialele de curs sunt: notele și prezentările de curs, culegeri de probleme propuse. Mare parte din materiale sunt disponibile în format electronic, prin site-ul cursului.

Studenții realizează

(1) analiza sistemelor de test specifice, a elementelor parazite, a metodelor de analiza de date, sistemelor de calibrare automată și mecanismele de defectare



(2) proiectează codul necesar realizării automate a testelor pentru achiziționarea și analiza parametrilor electrice pentru circuite integrate de complexitate redusă.

10. Conținuturi

| CURS | | |
|-----------|--|---------|
| Capitolul | Conținutul | Nr. ore |
| 1 | Introducere. Motivație. Prezentare generală a procesului de testare de producție pentru circuite integrate digitale, analogice și de semnal mixt. | 2 |
| 2 | Prezentarea procesului de fabricație pentru tehnologii CMOS moderne prin prisma defectelor ce pot apărea în cadrul acestui proiect. Prezentarea modelelor de îmbătrânire pentru circuitele integrate și a conceptelor de accelerare testare accelerată | 4 |
| 3 | Masuratori specifici testării de producție pentru circuitele integrate. | 4 |
| 4 | Metode de analiză a preciziei măsurătorilor, a stabilității procesului de testare și calibrarea. | 4 |
| 5 | Prezentarea aparaturii de test utilizată în testarea de producție. Considerente de proiectare a circuitelor de test ce asigură interfața între aparatura de test și circuitul testat precum și metode de test specifice. | 8 |
| 6 | Metode de analiză statistică a procesului de testare | 6 |
| | Total: | 28 |

Bibliografie:

- Alexandru Mihai Antonescu, Testarea și Validarea Circuitelor Integrate, suport de curs electronic, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9719>
- S.T.Chakadhar,A.D.Agrawal,M.L.Bushnell, "Neural Models and Algorithms for Digital Testing", Kluwer Academic Publishers, Boston
- M. Burns, G.W. Roberts, An Introduction to Mixed-Signal Ic test and Measurement
- M. Bushnell, V.D. Agarwal, Essentials of Electronics Testing

LABORATOR

| Nr. crt. | Conținutul | Nr. ore |
|----------|--|---------|
| 1 | Testarea automată a reguletoarelor de tensiune: măsuratori pe placheta de siliciu și a circuitelor încapsulate | 6 |
| 2 | Testarea Convertoarelor analog numerice | 3 |
| 3 | Testarea convertoarelor de tip DC-DC | 3 |
| 4 | Teste specifice amplificatoarelor operationale | 3 |
| 5 | Testarea interfetelor de comunicare digitale | 3 |
| 6 | Colocviu final de laborator | 3 |
| | Total: | 21 |



Bibliografie:

Alexandru Mihai Antonescu, *Testare și Instrumentație Virtuală pentru Microelectronică, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9719>
S.T.Chakadhar,A.D.Agrawal,M.L.Bushnell, "Neural Models and Algorithms for Digital Testing",Kluwer Academic Publishers,Boston
M. Burns, G.W. Roberts, *An Introduction to Mixed-Signal Ic test and Measurement*
M. Bushnell, V.D. Agarwal, *Essentials of Electronics Testing*

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; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice. | Examinare pe parcursul semestrului | 50% |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect | - cunoașterea modului de aplicare a cunoștințelor teoretice pe dispozitive și circuite electronice | Un test practic de verificare programat la ultima ședință de laborator, ce urmărește evaluarea gradului de asimilare a cunoștințelor specifice activității de laborator | 50% |
| 11.6 Condiții de promovare | | | |
| Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul 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)

O dată cu creșterea gradului de integrare în sistemele digitale, analogice și mixed signal testarea specifică funcționalității implică, din ce în ce mai mult, metode dedicate implementărilor integrate. Astfel, cunoștințele prezentate sunt utile la proiectarea circuitelor integrate – pentru a asigura testabilitatea acestora – cât și la testarea acestora. Din punct de vedere al angajatorilor reprezentativi din domeniu un procent semnificativ al absolvenților secției de Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii încep după angajare prin a efectua activități cu specific de testare a circuitelor integrate în grupurile de caracterizare sau ca ingineri de test. Aproximativ 50% dintre angajații companiilor prezente ce desfășoară activități proiectare și dezvoltare de circuite integrate sunt implicate în verificarea, caracterizarea și dezvoltarea de teste de producție pentru aceste circuite

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

S.I./Lect. Dr. Alexandru
Antonescu

S.I./Lect. Dr. Alexandru
Antonescu



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică 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