



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



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	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Licență
1.6 Specializarea	Rețele și Software de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)		Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică Computer Aided Graphics - CAD Techniques for Electronics					
2.2 Titularul activităților de curs		Ș.l. dr. ing. Iulian Bușu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. dr. ing. Norocel Codreanu, Conf. dr. ing. Irina Bacîș					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Op
2.8 Tipul disciplinei	F	2.9 Codul disciplinei	04.F.03.A.007	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28	Din care: 3.5 curs	14	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 Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	22.00				
3.8 Total ore pe semestru	50				
3.9 Numărul de credite	2				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)



4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: • Bazele electrotehnicii; • Fizică; • Măsurări în electronică și telecomunicații; • alte cursuri din planul de învățământ al anului I.
4.2 de rezultate ale învățării	- cunoștințe generale de electronică analogică și digitală, tehnologie electronică, semnale, circuite și sisteme electronice.

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

5.1 Curs	Sală cu videoproiector, ecran și tablă.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Dotări specifice unui laborator de electronică și unei săli de proiectare asistată de calculator în electronică: calculatoare/laptop-uri, videoproiector, ecran și tabla sau flip-chart.

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.)*

Obiectivul general al disciplinei “Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică” este de a oferi studenților posibilitatea de a atinge un nivel corespunzător de cunoștințe teoretice și practice în domeniul automatizării proiectării electronice, EDA (Electronic Design Automation), ingineriei tehnologice, packaging-ului electronic și fabricației modulelor 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.)*

Specifice	- înțelegerea aspectelor multiple ale automatizării proiectării electronice asociate cu proiectarea și fabricarea modulelor electronice; - familiarizarea studenților cu packaging-ul electronic și cu dezvoltarea de module bazate pe diverse tehnici de inginerie și proiectare asistate de calculator; - înțelegerea ingineriei electronice moderne asistate de o mare varietate de sisteme software CAE-CAD-CAM (Computer Aided Engineering - Computer Aided Design - Computer Aided Manufacturing) pentru implementarea conceptelor EDA asupra întregului flux de proiectare și fabricație; - formarea unei imagini de ansamblu mai bogate cu privire la diferitele aspecte din cadrul industriei electronice și sistemelor de proiectare CAD de înaltă performanță actuale de pe piața mondială.
Transversale (generale)	- înțelegerea globală a problemelor zilnice care apar “pe masa de lucru” a inginerilor electroniști în concepția și dezvoltarea modulelor electronice; - înțelegerea elementelor clasice specifice proiectelor electronice (de exemplu “milestone” și “time delivery”), obișnuirea cu proiectele ingineresti reale și cu ideea de a concepe/realiza produse electronice în cadrul unui ciclu de scurtă durată, optimizat (conform sintagmei “time to market”).



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	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. Prezintă cele mai importante etape ale fluxului de proiectare asistată de calculator a modulelor electronice. Definește noțiuni specifice domeniului electronicii tehnologice și proiectării asistate de calculator a modulelor electronice. - Describe și clasifică procesele CAE-CAD-CAM. - Evidențiază consecințe și relații între diversele etape de proiectare și importanța parcurgerii cu succes a tuturor etapelor.
Aptitudini	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). Selectează și grupează informații relevante din domeniul proiectării asistate de calculator a modulelor electronice. Lucrează productiv în echipă prin teme/proiecte date în cadrul laboratorului. Verifică prin metode virtuale (DRC – Design Rules Check) soluțiile ingineresti găsite. • Rezolvă proiecte aplicative de complexitate redusă. • Identifică soluții de rezolvare a proiectelor propuse. • Formulează concluzii la proiectele realizate. • Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. • Selectează și analizează surse bibliografice din domeniul packaging-ului electronic. • 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 a domeniului packaging-ului electronic și proiectării asistate de calculator a modulelor electronice. • Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului packaging-ului electronic pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul packaging-ului electronic.

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 rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)



Predarea se bazează pe metode expositive (prelegerea, expunerea) și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea). În plus, predarea utilizează și metode bazate pe acțiune (exerciții, activități aplicative și rezolvarea unor probleme specifice din domeniul proiectării asistate de calculator a modulelor electronice).

În activitatea de predare se utilizează prelegeri pe baza unor prezentări Power Point. Prezentările utilizează imagini, clip-uri video și scheme, astfel încât informațiile oferite studenților să fie ușor de înțeles și asimilat.

Această disciplină aplicativă acoperă informații și activități ingineresti 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 în domeniul proiectării asistate de calculator a modulelor electronice.

Titularul de curs/laborator are în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și aprofundarea 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.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în packaging-ul electronic, tehnicile și tehnologiile de interconectare. Sisteme integrate EDA de proiectare CAE-CAD-CAM. Noțiuni fundamentale legate de realizarea cu ajutorul calculatorului a proiectelor electronice moderne.	2
2	Concepte și metode utilizate la dezvoltarea modulelor electronice. Proiecte de complexitate redusă, proiecte de complexitate ridicată (concatenate, ierarhizate).	2
3	Medii de proiectare schematică SCH/SCM. Aspecte electrice și tehnologice privind realizarea schemelor electronice. Metode de generare a structurilor de interconectare SCH/SCM. Generarea componentelor virtuale – principii și metode.	2
4	Medii de proiectare PCB a structurilor de interconectare "on-board". Procesări manuale, interactive și automate. Dezvoltarea virtuală a modulelor PCB. Generarea capsulelor ("PCB Footprints")– principii și metode. Aspecte tehnologice avansate legate de realizarea capsulelor componentelor electronice. Alocarea modelelor mecanice avansate pentru integrarea MCAD - ECAD (CAD pentru mecanică și CAD pentru electronică).	4
5	Strategii de plasare, rutare, realocare. Interfațarea între blocurile sistemelor EDA. Proiectare cu componente avansate în varianta montării pe suprafață (SMT) și interconectări de mare densitate (HDI). Aspecte tehnologice și electromagnetice privind realizarea corectă a structurilor PCB.	2
6	Optimizarea topologică și tehnologică a structurilor de interconectare PCB. Finalizarea proiectelor electronice dezvoltate prin metode CAD. Postprocesarea proiectelor CAD în vederea fabricației. Standarde și fișiere de postprocesare destinate fabricației. Interfațarea cu companiile de producție din electronică.	2
Total:		14



Bibliografie:

Course: 04-ETTI-L-A2-S1: Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică (Seria D - 2025) | POLITEHNICA București Elearning

- Norocel Codreanu, Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Alina Marcu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", Editura Cavallioti-Editura Pim, București-Iași, 2017, 147 p., ISBN 978-606-551-092-0, ISBN 978-606-13-4164-1;
- Ciprian Ionescu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", 274 p., 2013, ISBN 978-606-551-042-5, ISBN 978-606-13-1670-0, Editura Cavallioti, București, Editura PIM Iași, editură recunoscută CNCIS, cod CNCIS 66.
- Codreanu N. D., „Metode avansate de investigație a structurilor PCB”, Editura Cavallioti, București, 263 p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1;
- Jin Y., Wang Z., Chen J., „Introduction to Microsystem Packaging Technology”, CRC Press, Boca Raton, 218 p., 2011, ISBN 978-143981910-4;
- Harper C. A., „Electronic packaging and interconnection handbook”, McGraw-Hill, 2000;
- Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook” – ediția a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
- Svasta P., Codreanu N. D. ș. a., „Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice”, Editura Tehnică, București, 1998;
- J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability”, McGraw-Hill, 1998;
- Johnson H., Graham M., „High-speed digital design, a handbook of black magic”, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1993;
- 11. www.cetti.ro.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Prezentarea și fixarea elementelor corespunzătoare activităților de proiectare CAE-CAD-CAM. Generarea unor structuri/proiecte schematice de complexitate redusă.	2
2	Proiecte/structuri de mare complexitate (concatenate, ierarhizate). Importanța utilizării lor în cadrul documentațiilor tehnice de produs.	2
3	Operații cu bibliotecile de componente virtuale (part-uri). Crearea și editarea componentelor în conformitate cu datele de producător și cerințele proiectului.	2
4	Postprocesarea proiectelor schematice. Transferul SCM/SCH-PCB, verificarea și optimizarea transferului.	2
5	Configurări ale mediului de proiectare PCB în vederea realizării corecte a proiectelor CAD. Plasarea componentelor. Rutarea manuală, interactivă și automată a traseelor de alimentare și de semnal.	2
6	Proiectarea capsulelor în conformitate cu datele de producător, cerințele proiectului și componentele electronice reale. Criterii tehnologice legate de proiectarea componentelor THT și SMT.	2
7	Finalizarea și optimizarea proiectului PCB. Verificări tehnologice finale ale modulului electronic virtual și ale plăcii de circuit imprimat.	2
	Total:	14



Bibliografie:

- Course: 04-ETTI-L-A2-S1: Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică (Seria D - 2025) | POLITEHNICA București Elearning
- Norocel Codreanu, Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Alina Marcu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", Editura Cavallioti-Editura Pim, București-Iași, 2017, 147 p., ISBN 978-606-551-092-0, ISBN 978-606-13-4164-1;
 - Ciprian Ionescu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", 274 p., 2013, ISBN 978-606-551-042-5, ISBN 978-606-13-1670-0, Editura Cavallioti, București, Editura PIM Iași, editură recunoscută CNCIS, cod CNCIS 66.
 - Codreanu N. D., „Metode avansate de investigație a structurilor PCB”, Editura Cavallioti, București, 263 p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1;
 - Jin Y., Wang Z., Chen J., „Introduction to Microsystem Packaging Technology”, CRC Press, Boca Raton, 218 p., 2011, ISBN 978-143981910-4;
 - Harper C. A., „Electronic packaging and interconnection handbook”, McGraw-Hill, 2000;
 - Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook” – ediția a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
 - Svasta P., Codreanu N. D. ș. a., “Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice”, Editura Tehnică, București, 1998;
 - J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability”, McGraw-Hill, 1998;
 - Johnson H., Graham M., „High-speed digital design, a handbook of black magic”, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1993;
 - 11. www.cetti.ro.

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 din tehnicile CAD asociate electronicii tehnologice; - analiza aspectelor teoretice din domeniul metodelor și tehnicilor CAD fundamentale din electronică.	Teste de verificare pe parcurs, susținute la date fixate de titularul de curs; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin proiecte și probleme a metodelor CAD de proiectare. Componenta teoretică poate fi verificată printr-un test grilă sau prin activitate la calculator; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de realizare de către student a unor proiecte/structuri electronice și de rezolvare a unor probleme practice.	40%



11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoașterea modului de proiectare fundamentală a unui modul electronic; - cunoașterea tehnicilor de creare a componentelor virtuale și capsulelor acestora; - verificarea integrității unui proiect electronic prin investigație virtuală.	Teste de verificare pe parcurs, susținute la date fixate de titularul de curs; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin proiecte și probleme a metodelor CAD de proiectare. Componenta teoretică poate fi verificată printr-un test grilă sau prin activitate la calculator; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de realizare de către student a unor proiecte/structuri electronice și de rezolvare a unor probleme practice.	40%
	- realizarea unor proiecte CAD de complexitate redusă.	Verificare finală.	20%

11.6 Condiții de promovare

- cunoașterea tehnicilor CAE-CAD-CAM moderne din industria electronică;
- proiectarea primară a unui modul electronic de complexitate redusă;
- cunoașterea fluxului de dezvoltare a unui proiect electronic prin metode CAD;
- verificarea integrității unui proiect electronic prin investigație virtuală.

Condiții minimale de promovare:

- Participarea la laborator și obținerea a minim 50% din punctajul de laborator, conform regulamentului studiilor universitare de licență din POLITEHNICA București;
- Susținerea ambelor teste de verificare pe parcurs;
- Obținerea a minim 50% din punctajul aferent disciplinei.

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)

Disciplina TCADE este destinată învățării principiilor CAE-CAD-CAM de proiectare a structurilor de interconectare din modulele electronice, precum și cunoașterii fundamentelor de packaging electronic. Prin aceasta se dorește deprinderea studenților cu utilizarea componentelor moderne în capsule de tip QFP, CSP, QFN, BGA specifice tehnologiei montării pe suprafață (SMT). Cursul prezintă o arie tematică largă, cu accent pe tehnicile și metodele CAD de inginerie electronică asistată de calculator. Prin latura sa pragmatică, fiind puternic orientat spre aplicativ, laboratorul disciplinei "Tehnici CAD pentru electronică" evidențiază importanța majoră a aspectelor de proiectare în electronică prin metode CAD, ținta principală fiind realizarea de viitoare produse electronice reale. Laboratorul cuprinde elemente de proiectare fundamentală a schemelor electronice și circuitelor imprimate. Se asigură astfel studenților competențe adecvate, în concordanță cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Politehnicii București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților prin intermediul concursului profesional studentesc "Tehnici de Interconectare în Electronică", concurs ce permite



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



certificarea de mediul industrial a celor mai buni studenți în domeniul CAE-CAD-CAM și dezvoltării modulelor/sistemelor electronice. Programa disciplinei răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, fiind racordată la elementele progresului tehnologic actual din domeniu. Din discuțiile cu reprezentanți ai firmelor Infineon, Yazaki, Microchip, Continental, Bosch, Siemens ș.a. a rezultat că aceștia solicită candidaților la angajare și apreciază cunoștințele solide dobândite la această disciplină. De asemenea, președintele ARIES - Asociația Română pentru Industria Electronică și Software, cea mai mare asociație de profil din România, apreciază cunoștințele transmise studenților la disciplina "Tehnici CAD pentru electronică". În aceste condiții, disciplina este în perfectă corelație 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 (SEÎS), fiind o disciplină aplicativă, cu solide legături cu ingineria electronică practică din industria de profil românească și europeană.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2025

Ș.l. dr. ing. Iulian Bușu

Prof. dr. ing. Norocel Codreanu

Conf. dr. ing. Irina Bacîș

Data avizării în departament

Director de departament

26.09.2025

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea