Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Tehnologie Electronică şi Fiabilitate**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Licenţă
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

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 activităţilor de curs				Conf. Dr. Mihaela Pantazică			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Conf. Dr. Mihaela Pantazică			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	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 activităţilor didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	28.00	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	14
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					20
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: • Bazele electrotehnicii; • Fizică; • Măsurări în electronică şi telecomunicaţii; • alte cursuri din planul de învăţământ al anului I.

4.2 de rezultate ale învăţării	- cunoştinţe generale de electronică analogică şi digitală, tehnologie electronică, semnale, circuite şi sisteme electronice.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Sală cu videoproiector, ecran şi 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 şi tabla sau flip-chart.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

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

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	- înţelegerea aspectelor multiple ale automatizării proiectării electronice asociate cu proiectarea şi fabricarea modulelor electronice; - familiarizarea studenţilor cu packaging-ul electronic şi cu dezvoltarea de module bazate pe diverse tehnici de inginerie şi proiectare asistate de calculator; - înţelegerea 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 şi fabricaţie; - formarea unei imagini de ansamblu mai bogate cu privire la diferitele aspecte din cadrul industriei electronice şi sistemelor de proiectare CAD de înaltă performanţă actuale de pe piaţa mondială.
Transversale (generale)	- înţelegerea globală a problemelor zilnice care apar “pe masa de lucru” a inginerilor electronişti în concepţia şi dezvoltarea modulelor electronice; - înţelegerea elementelor clasice specifice proiectelor electronice (de exemplu “milestone” şi “time delivery”), obişnuirea cu proiectele inginereşti reale şi cu ideea de a concepe/realiza produse electronice în cadrul unui ciclu de scurtă durată, optimizat (conform sintagmei “time to market”).

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* - **Prezintă** cele mai importante etape ale fluxului de proiectare asistată de calculator a modulelor electronice. - **Defineşte** noţiuni specifice domeniului electronicii tehnologice şi proiectării asistate de calculator a modulelor electronice. - **Descrie şi clasifică** procesele CAE-CAD-CAM. - **Evidenţiază consecinţe şi relaţii** între diversele etape de proiectare şi importanţa parcurgerii cu succes a tuturor etapelor.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* **Selectează** şi **grupează** informaţii 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) soluţiile inginereşti găsite. · **Rezolvă** proiecte aplicative de complexitate redusă. · **Identifică soluţii** de rezolvare a proiectelor propuse. · **Formulează concluzii** la proiectele realizate. · **Argumentează** soluţiile identificate şi modurile de rezolvare.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* · **Selectează** şi analizează surse bibliografice din domeniul packaging-ului electronic. · **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate. · **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învăţare. **Manifestă colaborare** cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice. **Demonstrează autonomie** în organizarea situaţiei/contextului de învăţare a domeniului packaging-ului electronic şi proiectării asistate de calculator a modulelor electronice. **Promovează/contribuie prin soluţii noi,** aferente domeniului packaging-ului electronic pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. • **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor 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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Predarea se bazează pe metode expozitive (prelegerea, expunerea) şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea). În plus, predarea utilizează şi metode bazate pe acţiune (exerciţii, activităţi aplicative şi 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 şi scheme, astfel încât informaţiile oferite studenţilor să fie uşor de înţeles şi asimilat.

Această disciplină aplicativă acoperă informaţii şi activităţi inginereşti menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire în domeniul proiectării asistate de calculator a modulelor electronice.

Titularul de curs/laborator are în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi aprofundarea mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în packaging-ul electronic, tehnicile şi tehnologiile de interconectare. Sisteme integrate EDA de proiectare CAE-CAD-CAM. Noţiuni fundamentale legate de realizarea cu ajutorul calculatorului a proiectelor electronice moderne.	2
2	Concepte şi 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 şi tehnologice privind realizarea schemelor electronice. Metode de generare a structurilor de interconectare SCH/SCM. Generarea componentelor virtuale – principii şi metode.	2
4	Medii de proiectare PCB a structurilor de interconectare ”on-board”. Procesări manuale, interactive şi automate. Dezvoltarea virtuală a modulelor PCB. Generarea capsulelor (“PCB Footprints”)– principii şi metode. Aspecte tehnologice avansate legate de realizarea capsulelor componentelor electronice. Alocarea modelelor mecanice avansate pentru integrarea MCAD - ECAD (CAD pentru mecanică şi CAD pentru electronică).	4
5	Strategii de plasare, rutare, realocare. Interfaţarea între blocurile sistemelor EDA. Proiectare cu componente avansate în varianta montării pe suprafaţă (SMT) şi interconectări de mare densitate (HDI). Aspecte tehnologice şi electromagnetice privind realizarea corectă a structurilor PCB.	2
6	Optimizarea topologică şi tehnologică a structurilor de interconectare PCB. Finalizarea proiectelor electronice dezvoltate prin metode CAD. Postprocesarea proiectelor CAD în vederea fabricaţiei. Standarde şi fişiere de postprocesare destinate fabricaţiei. Interfaţarea cu companiile de producţie din electronică.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Course: 04-ETTI-L-A2-S1: Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică (Seria F - 2025) | POLITEHNICA Bucureşti Elearning
2. Norocel Codreanu, Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Alina Marcu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", Editura Cavallioti-Editura Pim, Bucureşti-Iaşi, 2017, 147 p., ISBN 978-606-551-092-0, ISBN 978-606-13-4164-1;
3. 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, Bucureşti, Editura PIM Iaşi, editură recunoscută CNCSIS, cod CNCSIS 66.
4. Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB”, Editura Cavallioti, Bucureşti, 263 p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1;
5. Jin Y., Wang Z., Chen J., „Introduction to Microsystem Packaging Technology”, CRC Press, Boca Raton, 218 p., 2011, ISBN 978-143981910-4;
6. Harper C. A., „Electronic packaging and interconnection handbook”, McGraw-Hill, 2000;
7. Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook” – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
8. Svasta P., Codreanu N. D. ş. a., “Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice”, Editura Tehnică, Bucureşti, 1998;
9. J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability”, McGraw-Hill, 1998;
10. 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.	Conţinutul	Nr. ore
1	Prezentarea şi fixarea elementelor corespunzătoare activităţilor de proiectare CAE-CAD-CAM. Generarea unor structuri/proiecte schematice de complexitate redusă.	2
2	Proiecte/structuri de mare complexitate (concatenate, ierarhizate). Importanţa utilizării lor în cadrul documentaţiilor tehnice de produs.	2
3	Operaţii cu bibliotecile de componente virtuale (part-uri). Crearea şi editarea componentelor în conformitate cu datele de producător şi cerinţele proiectului.	2
4	Postprocesarea proiectelor schematice. Transferul SCM/SCH-PCB, verificarea şi optimizarea transferului.	2
5	Configurări ale mediului de proiectare PCB în vederea realizării corecte a proiectelor CAD. Plasarea componentelor. Rutarea manuală, interactivă şi automată a traseelor de alimentare şi de semnal.	2
6	Proiectarea capsulelor în conformitate cu datele de producător, cerinţele proiectului şi componentele electronice reale. Criterii tehnologice legate de proiectarea componentelor THT şi SMT.	2
7	Finalizarea şi optimizarea proiectului PCB. Verificări tehnologice finale ale modulului electronic virtual şi ale plăcii de circuit imprimat.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Course: 04-ETTI-L-A2-S1: Grafică asistată de calculator - Tehnici CAD pentru electronică (Seria F - 2025) | POLITEHNICA Bucureşti Elearning
2. Norocel Codreanu, Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Alina Marcu, "Tehnici CAD de realizare a modulelor electronice", Editura Cavallioti-Editura Pim, Bucureşti-Iaşi, 2017, 147 p., ISBN 978-606-551-092-0, ISBN 978-606-13-4164-1;
3. 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, Bucureşti, Editura PIM Iaşi, editură recunoscută CNCSIS, cod CNCSIS 66.
4. Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB”, Editura Cavallioti, Bucureşti, 263 p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1;
5. Jin Y., Wang Z., Chen J., „Introduction to Microsystem Packaging Technology”, CRC Press, Boca Raton, 218 p., 2011, ISBN 978-143981910-4;
6. Harper C. A., „Electronic packaging and interconnection handbook”, McGraw-Hill, 2000;
7. Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook” – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
8. Svasta P., Codreanu N. D. ş. a., “Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice”, Editura Tehnică, Bucureşti, 1998;
9. J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability”, McGraw-Hill, 1998;
10. 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	- cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale; - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice din tehnicile CAD asociate electronicii tehnologice; - analiza aspectelor teoretice din domeniul metodelor şi tehnicilor CAD fundamentale din electronică.	Teste de verificare pe parcurs, susţinute la date fixate de titularul de curs; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi explicitarea prin proiecte şi 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 şi de rezolvare a unor probleme practice.	40%

11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoaşterea modului de proiectare fundamentală a unui modul electronic; - cunoaşterea tehnicilor de creare a componentelor virtuale şi capsulelor acestora; - verificarea integrităţii unui proiect electronic prin investigaţie virtuală.	Teste de verificare pe parcurs, susţinute la date fixate de titularul de curs; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi explicitarea prin proiecte şi 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 şi de rezolvare a unor probleme practice.	40%
	- realizarea unor proiecte CAD de complexitate redusă;	Verificare finală.	20%
11.6 Condiţii de promovare			
- cunoaşterea tehnicilor CAE-CAD-CAM moderne din industria electronică; - proiectarea primară a unui modul electronic de complexitate redusă; - cunoaşterea fluxului de dezvoltare a unui proiect electronic prin metode CAD; - verificarea integrităţii unui proiect electronic prin investigaţie virtuală. **Condiţii minimale de promovare:** **Participarea la laborator şi obţinerea a minim 50% din punctajul de laborator,** conform regulamentului studiilor universitare de licenţă din POLITEHNICA Bucureşti; **Susţinerea ambelor teste** de verificare pe parcurs; **Obţinerea a minim 50%** din punctajul aferent disciplinei.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Disciplina TCADE este destinată învăţării principiilor CAE-CAD-CAM de proiectare a structurilor de interconectare din modulele electronice, precum şi cunoaşterii fundamentelor de packaging electronic. Prin aceasta se doreşte deprinderea studenţilor cu utilizarea componentelor moderne în capsule de tip QFP, CSP, QFN, BGA specifice tehnologiei montării pe suprafaţă (SMT). Cursul prezintă o arie tematică largă, cu accent pe tehnicile şi metodele CAD de inginerie electronică asistată de calculator. Prin latura sa pragmatică, fiind puternic orientat spre aplicativ, laboratorul disciplinei “Tehnici CAD pentru electronică” evidenţiază importanţa majoră a aspectelor de proiectare în electronică prin metode CAD, ţinta principală fiind realizarea de viitoare produse electronice reale. Laboratorul cuprinde elemente de proiectare fundamentală a schemelor electronice şi circuitelor imprimate. Se asigură astfel studenţilor competenţe adecvate, în concordanţă cu necesităţile calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Politehnicii Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor prin intermediul concursului profesional studenţesc “Tehnici de Interconectare în Electronică”, concurs ce permite

certificarea de mediul industrial a celor mai buni studenţi în domeniul CAE-CAD-CAM şi dezvoltării modulelor/sistemelor electronice. Programa disciplinei răspunde concret cerinţelor actuale de dezvoltare şi evoluţie, fiind racordată la elementele progresului tehnologic actual din domeniu. Din discuţiile cu reprezentanţi ai firmelor Infineon, Yazaki, Microchip, Continental, Bosch, Siemens ş.a. a rezultat că aceştia solicită candidaţilor la angajare şi apreciază cunoştinţele solide dobândite la această disciplină. De asemenea, preşedintele ARIES - Asociaţia Română pentru Industria Electronică şi Software, cea mai mare asociaţie de profil din România, apreciază cunoştinţele transmise studenţilor 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
21.09.2026	Conf. Dr. Mihaela Pantazică	Conf. Dr. Mihaela Pantazică

Data avizării în departament	Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea