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	Calculatoare şi Tehnologia Informaţiei
1.5 Ciclul de studii	Licenţă
1.6 Specializarea	Ingineria Informaţiei

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Tehnologii de interconectare în electronică Interconnection Technologies in Electronics			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Norocel Norocel Codreanu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Norocel Norocel Codreanu, Conf. Mihaela Pantazica, Drd. George Florea			
2.4 Anul de studiu	2	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.04.A.723		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					45
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	47.00
3.8 Total ore pe semestru	75
3.9 Numărul de credite	3

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: • Dispozitive electronice; • Componente şi circuite pasive; • Tehnici CAD pentru electronică (de preferat, dar nu obligatoriu); • Circuite electronice fundamentale; alte cursuri din planul de învăţământ al anilor I şi II.

4.2 de rezultate ale învăţării	Cunoştinţe generale de electronică analogică şi digitală, tehnologie electronică, semnale, dispozitive, circuite şi sisteme electronice, în conformitate cu anul de studiu şi cu disciplinele parcurse până la începerea cursului TCRME.

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

5.1 Curs	Sală cu videoproiector şi ecran
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Dotări specifice unui laborator de electronică şi unei săli de proiectare asistată de calculator în electronică; prezenţa la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de licenţă din UNSTPB).

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 "Tehnici CAD în realizarea modulelor electronice", TCRME (fostă “Tehnologii de interconectare în electronică”, TIE), este aprofundarea cunoştinţelor din domeniul packaging-ului electronic prin intermediul unor capitole de proiectare avansată, postprocesare, fabricaţie virtuală şi management termic, precum şi prin capitolul destinat tehnologiilor moderne din electronică. Cursul prezintă o arie tematică largă, cu accent pe tehnicile şi tehnologiile de interconectare din packaging-ul electronic şi pe sistemele CAE-CAD-CAM de inginerie electronică asistată de calculator. Prin latura sa pragmatică, fiind puternic orientat spre aplicativ, laboratorul disciplinei evidenţiază importanţa majoră a aspectelor de proiectare avansată, evaluare, testare şi fabricaţie virtuală a produselor electronice, ţinta principală fiind realizarea de produse electronice reale de înaltă calitate chiar de la primul proces de fabricaţie. În plus, proiectul de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic permite racordarea studentului la specificaţiile şi restricţiile inginereşti reale din industria electronică actuală.

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 tehnologiilor moderne din electronică şi ale proiectării avansate asistate de calculator; - aprofundarea aspectelor avansate ale packaging-ului electronic prin dezvoltarea unor module electronice de diferite complexităţi; - 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 (Electronic Design Automation) asupra întregului flux de proiectare şi fabricaţie.
Transversale (generale)	- 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”); - noţiunile acumulate în cadrul cursului, laboratorului şi proiectului vor putea fi exploatate la alte discipline din ciclurile de licenţă şi master orientate spre dezvoltarea de module/produse electronice, la proiectele de semestru/an şi la proiectele de diplomă şi disertaţie.

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 avansată asistată de calculator a modulelor electronice. **Defineşte** noţiuni specifice domeniului tehnologiilor moderne din electronică şi ale proiectării avansate. · **Descrie şi clasifică** procesele CAE-CAD-CAM avansate din industria electronică actuală. · **Evidenţiază consecinţe şi relaţii** între diversele etape de proiectare şi importanţa parcurgerii cu succes a tuturor etapelor de proiectare tehnologică.
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 avansate asistate de calculator a modulelor electronice. **Lucrează** productiv **în echipă** prin teme/proiecte date în cadrul laboratorului şi în cadrul proiectului aferent disciplinei. · **Verifică** prin metode virtuale (DRC – Design Rules Check) soluţiile inginereşti găsite. · **Rezolvă** proiecte aplicative de complexitate medie. · **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 studiere a domeniului tehnologiilor moderne din electronică şi a proiectării avansate asistate de calculator. **Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului** packaging-ului electronic avansat pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. · **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse** în domeniul tehnologiilor moderne din electronică.

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 învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea). În plus, predarea utilizează şi metode bazate pe acţiune (exerciții, activități 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 informațiile oferite studenților să fie uşor de înțeles şi asimilat.

Această disciplină aplicativă acoperă informații şi activități inginereşti menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare şi de dezvoltare a unor relații optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire în domeniul proiectării asistate de calculator a modulelor electronice.

Titularul de curs/laborator/proiect are în vedere exersarea abilităților de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi aprofundarea mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Tehnologii avansate în industria electronică. Fluxuri de concepție, proiectare şi producție	2
2	Evolutii şi tendințe în packaging-ul electronic	2
3	Introducere în proiectarea profesională avansată a modulelor electronice PCB. Principii CAE-CAD-CAM de proiectare performantă.	2
4	Componente electronice reale şi virtuale destinate dezvoltării de module şi sisteme electronice. Optimizarea şi postprocesarea proiectelor CAD din electronică	2
5	Interfaţarea avansată a tehnologiilor de proiectare, fabricaţie şi asamblare din electronică. Optimizarea interfațării prin metode DFM şi sisteme CAM. Standarde globale pentru fabricația circuitelor imprimate	4
6	Elemente de management termic virtual şi real al modulelor şi produselor electronice moderne. Importanța managementului termic în electronica actuală	2
	Total:	14

Bibliografie:

Bibliografie:

. https://curs.upb.ro/2023/Tehnologii de interconectare în electronică;
. 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;
. 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.
. Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB”, Editura Cavallioti, Bucureşti, 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” – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
. Svasta P., Codreanu N. D. ş. a., “Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice”, Editura Tehnică, Bucureşti, 1998;
. J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability”, McGraw-Hill, 1998;
0. Johnson H., Graham M., „High-speed digital design, a handbook of black magic”, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1993;
1. www.cetti.ro.

LABORATOR		
Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Dezvoltarea componentelor virtuale complexe destinate proiectelor CAD	2
2	Postprocesări SCM/SCH şi metode de comunicaţie între blocuri de proiectare CAD	2
3	Proiectare avansată şi postprocesări PCB	2
4	Sisteme CAM şi activităţi de fabricaţie virtuală	2
5	Metode CAD de investigaţie “pre-layout” a circuitelor electronice	2
6	Managementul termic virtual al modulelor electronice	2
7	Proiect de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă pe baza unor specificaţii şi restricţii de proiectare + test de evaluare a cunoştinţelor	2
	Total:	14

Bibliografie:

Bibliografie:

. https://curs.upb.ro/2023/Tehnologii de interconectare în electronică;
. 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;
. 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.
. Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB", Editura Cavallioti, Bucureşti, 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" – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790;
. Svasta P., Codreanu N. D. ş. a., "Proiectarea asistată de calculator a modulelor electronice", Editura Tehnică, Bucureşti, 1998;
. J. Lau, C.P.Wong, J. L. Prince, W. Nakayama, „Electronic Packaging – Design, Materials, Process and Reliability", McGraw-Hill, 1998;
0. Johnson H., Graham M., „High-speed digital design, a handbook of black magic", Prentice Hall PTR, New Jersey, 1993;
1. 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 din domeniul tehnologiilor moderne din electronică şi proiectării avansate asistate de calculator; - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice din tehnologiile de interconectare; - analiza tehnicilor şi metodelor teoretice din domeniul tehnologiilor de interconectare.	Test final susţinut în presesiune; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică a materiei şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a aspectelor aplicative din domeniul tehnologiilor de interconectare. Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică şi o componentă practică, prin activitate la calculator. Componenta teoretică poate fi verificată printr-un test; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de realizare de către student a proiectului de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă.	40%

11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoaşterea modului de proiectare şi postprocesare a unui modul electronic; - cunoaşterea tehnicilor de modelare/simulare în domeniile termic şi electric; - realizarea unui proiect de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă; - demonstrarea funcţionării unui circuit electronic prin investigaţie virtuală.	Test final susţinut în presesiune; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică a materiei şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a aspectelor aplicative din domeniul tehnologiilor de interconectare. Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică şi o componentă practică, prin activitate la calculator. Componenta teoretică poate fi verificată printr-un test; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de realizare de către student a proiectului de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă.	60%

11.6 Condiţii de promovare

- cunoaşterea tehnologiilor moderne din industria electronică;
- proiectarea tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă;
- înţelegerea managementului termic virtual şi real al modulelor şi produselor electronice moderne.

Condiţii minimale de promovare:

Participarea la laborator conform regulamentului studiilor universitare de licenţă din UNSTPB;
Susţinerea testului final de verificare;
Finalizarea şi susţinerea proiectului de dezvoltare tehnologică a unui modul electronic de complexitate redusă;

- **Obţinerea a 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 TCRME este destinată aprofundării metodelor CAE-CAD-CAM de proiectare a structurilor de interconectare din modulele electronice, precum şi cu elemente 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 în realizarea modulelor electronice” 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

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

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 în realizarea modulelor electronice”. În aceste condiţii disciplina este în perfectă corelaţie 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), fiind o disciplină aplicativă, cu solide legături cu ingineria electronică practică din industria de profil românească şi europeană.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Norocel Norocel Codreanu	Prof. Dr. Norocel Norocel Codreanu
		Conf. Mihaela Pantazica
		Drd. George Florea

Data avizării în departament	Director de departament
	Conf. dr. ing. Marian Vlădescu

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

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

