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	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Integrate Avansate în Electronica Auto

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Modelarea, simularea şi managementul termic ale modulelor electronice Modelling, simulation and thermal management of electronic modules			
2.2 Titularul activităţilor de curs				prof.dr.ing. Ciprian Ionescu, conf. dr. ing. Mihaela Pantazică			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				prof.dr.ing. Ciprian Ionescu, conf. dr. ing. Mihaela Pantazică			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	4		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					37
Tutorat					3
Examinări					4
Alte activităţi (dacă există):					3

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: Componente şi circuite pasive Dispozitive şi circuite electronice; Circuite integrate digitale şi analogice, Fizică, Materiale electronice, Tehnici CAD, Tehnologii de interconectare în electronică.
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: Cunoştinţe primare 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	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector, calculator şi ecran.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul/seminarul se va desfăşura într-o sală cu dotări specifice unei săli de proiectare asistată de calculator în electronică; Software: Cadence Orcad, MathCAD.

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.)*

Cursul „Modelarea, simularea şi managementul termic al modulelor electronice” urmăreşte familiarizarea studenţilor cu aspectele teoretice şi ulterior practice ale modelării/simulării electrice şi termice a modulelor şi sistemelor electronice complexe, cursul având astfel două părţi distincte: simulare electrică şi simulare termică. Pentru partea întâi, sunt prezentate noţiuni teoretice legate de modelarea/simularea componentelor şi circuitelor electronice, a structurilor de interconectare şi a modulelor electronice, a sistemelor electronice şi mecatronice precum şi aspecte practice în utilizarea programelor de simulare de tip SPICE.
În partea a doua, cursul urmăreşte familiarizarea studenţilor cu aspectele teoretice şi practice ale transferului de căldură şi a managementului termic în aparatele electronice ce sunt utilizate în condiţii specifice echipamentelor auto. Sunt prezentate noţiuni teoretice legate de transferul termic precum şi metodele de modelare/simulare din punct de vedere termic a componentelor şi circuitelor electronice, a structurilor de interconectare şi a modulelor electronice. Se vor prezenta metode de simplificare a analizei pe baza modelului cu rezistenţe termice. În final se vor analiza metode de realizare a managementului termic.

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	Conform grilelor 1 şi 2 ale programului de studii C1: C4.2 - Implementarea şi utilizarea hardware-ului şi software-ului în tehnologiile avansate pentru realizarea modulelor electronice destinate condiţiilor grele de lucru; - Aplicarea cunoştinţelor din domeniul Electronicii Aplicate pentru efectuarea şi finalizarea unor studii de caz şi din domeniul sistemelor dedicate pentru Electronică Auto; - Elaborarea unor soluţii inginereşti pentru rezolvarea unor probleme tehnologice din domeniul electronicii auto, electronicii de putere şi a sistemelor de energie regenerabilă.
Transversale (generale)	Conform grilelor 1 şi 2 ale programului de studii: CT3 Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională şi personală, prin formare continuă, folosind surse de documentare tipărite, software specializat şi resurse electronice în limba română şi, cel puţin, într-o limbă de circulaţie internaţională.

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.* Înţelegerea aspectelor multiple ale modelării electrice a modulelor electronice prin simulări de tip SPICE. Înţelegerea aspectelor modelării termice a componentelor şi modulelor electronice prin calcule şi scheme echivalente cu rezistenţe termice. Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului. Defineşte noţiuni specifice domeniului. Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/structuri.
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).* Implementarea şi utilizarea hardware-ului şi software-ului în tehnologiile avansate pentru realizarea modulelor electronice destinate condiţiilor grele de lucru; Aplicarea cunoştinţelor din domeniul Electronicii Aplicate pentru efectuarea şi finalizarea unor studii de caz şi din domeniul sistemelor dedicate pentru Electronică Auto; Elaborarea unor soluţii inginereşti pentru rezolvarea unor probleme tehnologice din domeniul electronicii auto, electronicii de putere şi a sistemelor de energie regenerabilă. Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat. Utilizează argumentat principii specifice. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text ştiinţific. Verifică experimental soluţii identificate. Rezolvă aplicaţii practice. Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. Analizează şi compară. Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare.

Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.* Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. 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 sau a situaţiei problemă de rezolvat. Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică . Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa 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 rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi rezolvarea de probleme.
În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmuleţe care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.
Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.
Această disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice 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.
Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a 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.
Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.
Predarea se bazează pe folosirea videoproiectorului (acoperind funcţia de comunicare şi demonstrativă); metodele de comunicare orală utilizate sunt metoda expozitivă şi metoda problematizării, utilizate frontal.
Materialele de curs sunt: notele şi prezentările de curs, monografia titularului de curs (cu aprofundarea elementelor teoretice şi cu elemente de proiectare avansată a unor module reale). Toate materialele sunt disponibile în format electronic, prin site-ul www.cetti.ro şi prin baza de date pusă la dispoziţie de titularii de curs.
Prezentările de la laborator sunt realizate cu ajutorul echipamentelor electronice multimedia, video-proiectorului, planşelor, foliilor transparente, flip-chart-ului şi tablei albe.
Pentru partea de modelarea termică sunt puse la dispoziţie aplicaţii de calcul rezolvate.
Repere metodologice:

- prezentări PPT şi multimedia;
- documentaţie ştiinţifică şi tehnică în format tipărit şi electronic;
- CD/DVD cu materialele pentru curs şi aplicaţii;
- prezentări de tip “webinar” şi documentaţie disponibilă pe Internet la adrese de referinţă în domeniu.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în modelare şi simulare electrică – aspecte teoretice, rezolvarea ecuaţiilor şi sistemelor de ecuaţii, metode numerice în modelarea şi simularea circuitelor electronice.	1
2	Sisteme software de simulare; Introducere în mediul de simulare PSPICE şi în blocul de vizualizare a rezultatelor simulării (Probe). Crearea şi modificarea modelelor PSPICE.	1
3	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în curent continuu. Simulare parametrică. Determinarea prin simulare a caracteristicilor statice ale dispozitivelor semiconductoare.	1
4	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul timp.	1
5	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul frecvenţă.	1
6	Simularea circuitelor digitale şi mixte.	1
7	Realizarea unui proiect de circuit electronic de complexitate mică/medie şi simularea complexă prin metode CAE-CAD.	1
8	Introducere; Necesitatea managementului termic. Efecte termice în circuitele electronice; Efecte ale temperaturii asupra componentelor pasive şi active. Fiabilitate şi mecanisme de defectare; Încercări accelerate. Proprietăţi termice ale materialelor specifice circuitelor electronice. Standarde industriale şi militare. Specificitatea domeniului auto.	1
9	Bazele transferului termic. Transferul termic prin conducţie Legea lui Fourier, analogia electrică. Ecuaţia transferului termic prin conducţie, condiţii la limită, rezistenţe de contact.	1
10	Transferul termic prin convecţie. Modelul stratului limită. Teoria similitudinii şi criteriile adimensionale Nusselt, Prandtl, Rayleigh. Aplicaţii la analiza termică în electronică pe baza canalelor de curgere.	1
11	Transferul termic prin radiaţie. Legile lui Lambert, factori de configuraţie, coeficient de emisie mutuală.	1
12	Modelarea termică pe baza rezistenţelor termice. Studiul regimului termic la diferite tipuri de capsule microelectronice.	1
13	Regimul termic al tranzistoarelor de putere. Regimul termic al incintelor (carcaselor) utilizate în electronică.	1
14	Metode de management termic. Probleme tipice în echipamentele electronice.	1
	Total:	14

Bibliografie:
1.Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Modelarea, simularea şi managementul termic al modulelor electronice (MSMTME), suport de curs electronic,
2.Ionescu, C., 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.
3.Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB", Editura Cavallioti, Bucureşti, 263 p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1.
4.Harper C. A., „Electronic packaging and interconnection handbook", McGraw-Hill, fourth edition, 2005.
5.Fitzpatrick D., „Analog Design and Simulation using OrCAD Capture and PSpice", Newnes/Elsevier, Oxford, 329 p., 2012, ISBN 978-0-08-097095-0.
6.Mitzner, K. , Complete PCB design using OrCAD Capture and PCB editor, Newnes, 2009.
7.Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook" – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790.
8.Herniter M.E., Schematic Capture with Cadence Pspice, Prentice Hall, 2001.
9. Sztojanov I., Paşca S., Analiza asistată de calculator a circuitelor electronice, Ghid practic Pspice, Editura Teora, Bucureşti, 1996.
10.A. Vladimirescu, SPICE, Editura Tehnică, Bucureşti, 1999.
11.P. Svasta, V. Golumbeanu, C. Ionescu, A. Vasile, Rezistoare, Editura Cavallioti, 2007.
12.Shabany, Y., Heat Transfer, Thermal Management of Electronics, CRC Press, 2010.
13.Sargent, J, Krum, A,. Thermal Management Handbook, 1998, McGraw Hill, 2001.
14.Y. A. Cengel, R. H. Turner, Fundamental of Thermal-Fluid Sciences, McGraw Hill, 2003.
15.Rohsenow W. M., Hartnett J. P., Cho Y. I., „Handbook of heat transfer", McGraw-Hill, 1998.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Realizarea proiectelor electronice prin metode CAD. Editarea schemei electrice pentru simulare.	1
2	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în curent continuu.	1
3	Simularea caracteristicilor statice ale dispozitivelor semiconductoare.	1
4	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul timp.	1
5	Modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul frecvenţă.	1
6	Simularea circuitelor digitale şi mixte.	1
7	Realizarea unui proiect de circuit electronic de complexitate medie şi simularea complexă prin metode CAE-CAD.	1
8	Aplicaţii la conducţia termică ce implică componente electronice. Aplicaţii complexe cu componente şi substrat (PCB) al componentelor.	2
9	Modelarea cu rezistenţe termice a capsulelor electronice (BGA, QFP, SOP).	1
10	Analiza termică în condiţii de prezenţă simultană a convecţiei şi radiaţiei termice. rezolvări iterative.	2
11	Analiza termică asupra plăcilor electronice cu convecţie forţată.	2
	Total:	14

Bibliografie:
1.Ciprian Ionescu, Mihaela Pantazică, Modelarea, simularea şi managementul termic al modulelor electronice (MSMTME), suport de curs electronic,
2.Ionescu, C.. 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.
3.Codreanu N. D., „Metode avansate de investigaţie a structurilor PCB", Editura Cavallioti, Bucureşti, 263p., 2009, ISBN 978-973-7622-89-1.
4.Jin Y., Wang Z., Chen J., „Introduction to Microsystem Packaging Technology", CRC Press, Boca Raton, 218 p., 2011, ISBN 978-143981910-4.
5.Fitzpatrick D., „Analog Design and Simulation using OrCAD Capture and PSpice", Newnes/Elsevier, Oxford, 329 p., 2012, ISBN 978-0-08-097095-0.
6.Mitzner, K. , Complete PCB design using OrCAD Capture and PCB editor, Newnes, 2009.
7.Coombs C. F., Jr., „Printed circuits handbook" – ediţia a VI-a, McGraw Hill Professional, 1000 p., 2007, ISBN 978-0071510790.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Partea I - cunoaşterea aspectelor teoretice din domeniul modelării şi simulării electrice din electronică; - posibilitatea de simulare practică cu programe de tip PSPICE.	Test final pe calculator; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi abilitățile practice de simulare.	40%
	Partea a II-a - cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale legate de transferul termic. - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice de management termic.	Test tip grilă pe calculator.	20%

11.5 Seminar/laborator/proiect	Partea I - cunoaşterea modului practic de modelare şi simulare electrică a unui modul electronic; - cunoaşterea tehnicilor de creare a componentelor virtuale; - cunoaşterea tehnicilor de creare şi modificare a modelelor PSPICE.	Prezenţa la laborator.	10%
	Partea a II-a - Rezolvarea corectă a unor aplicaţii de calcul termic specifice managementului termic în domeniului electronic. - Modelarea corectă cu rezistenţe termice a unei aplicaţii de transfer termic. Calculul respectivelor rezistenţe termice.	Prezenţa la laborator Test scris	30%
11.6 Condiţii de promovare			
Partea I - cunoaşterea tehnicilor CAE-CAD-CAM moderne din industria electronică; - verificarea integrităţii unui proiect electronic prin investigaţie virtuală. - modelarea şi simularea electrică a unui modul electronic în curent continuu; - simularea caracteristicilor statice ale dispozitivelor semiconductoare; - modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul timp; - modelarea şi simularea componentelor şi circuitelor electronice în domeniul frecvenţă; - simularea circuitelor digitale şi mixte. Partea a II-a Modelarea cu rezistenţe termice a unei aplicaţii de transfer termic. Calculul respectivelor rezistenţe termice pornind de la parametrii cunoscuţi. Cunoaşterea principalelor noţiuni teoretice aferente modelării regimului termic. Cerinţe minime de promovare: -Participarea la laborator conform regulamentului studiilor universitare din UPB; -Obţinerea a 50% din punctele alocate 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 este destinată familiarizării masteranzilor cu activităţi specifice din packaging-ul electronic legate de modelarea electrică şi cea termică. Se folosesc intens componente moderne în capsule de tip QFP, CSP, BGA specifice tehnologiei montării pe suprafaţă (SMT). Partea I este destinată metodelor CAD de inginerie electronică asistată de calculator, ţinta principală fiind realizarea de viitoare produse electronice reale. Laboratorul cuprinde elemente de simulare cu programe tip SPICE. Se asigură astfel studenţilor competenţe adecvate, în concordanţă cu cerinţele firmelor angajatoare. Regimul termic este abordat în partea a II-a a

cursului. Cunoştinţele dobândite aici sunt indispensabile celor care abordează domeniul electronicii auto, unde regimul termic este foarte solicitant. 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, 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 această disciplină.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	prof.dr.ing. Ciprian Ionescu	prof.dr.ing. Ciprian Ionescu
		Conf. Dr. Mihaela Pantazică

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

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