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	**Dispozitive, Circuite şi Arhitecturi Electronice**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Microsisteme electromecanice pentru radiofrecventa			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Dan Neculoiu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Dan Neculoiu			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.03-15		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	28	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					70
Tutorat					10
Examinări					3
Alte activităţi (dacă există):					
3.7 Total ore studiu individual	83.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Dispozitive Electronice, Microunde, Circuite Electronice Fundamentale, Modelarea Componentelor Microelectronice Active
4.2 de rezultate ale învăţării	Cunoştinţe generale de fizică, dispozitive electronice, circuite electronice, modelare, propagarea campului electromagnetic, linii de transmisie

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 şi computer si care are facilitatile necesare pentru predarea on-line.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Activitatea se va desfasura intr-o sala dotata cu calculator, videoproiector si facilitatile necesare pentru predarea on-line. Pachetele software vor fi cele cu distributie gratuita (CST Student Edition, Sonnet Lite). Este obligatorie respectarea termenelor intermediare si finale pentru rapoarte.

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.)*

- Disciplina se studiaza in cadrul specializarii "Microsisteme" şi îşi propune să familiarizeze studenţii cu principalele abordări, modele şi teorii explicative ale specializarii in domeniul radiofrecventa si microunde, utilizate în rezolvarea de aplicaţii practice şi probleme, cu relevanţă pentru stimularea procesului de învăţare la studenţi.
- Disciplina abordează ca tematică specifică principiile de functionare pentru microsistemele electromecanice utilizate in domeniul microundelor. Studentii sunt familiarizati cu influenta dezvoltarii tehnologice pentru inovarea in domeniul cursului, inclusiv cu influenta nanotehnologiilor in domeniul cresterii de straturi semiconductoare si a nanolitografiei.
- Dupa trecerea in revista a propagarii pe diferite medii de transmisie cu acccent pe liniile de transmisie planare utilizate in MIC si MMIC, sunt prezentate componentele RFMEMS bazate pe microcomutatoare actuate electrostatic. Este prezentata in detaliu modelarea electrostatica si mecanica si circuitele echivalente la inalta frecventa. Sunt prezentate tehnicile de modelare numerica 3D utilizand pachetele de programe de simulare electromagnetica.
- Sunt prezentate in detaliu tehnologiile de fabricare utilizand microprelucrarea de suprafata si microprelucrarea de volum. Sunt prezentate principalele aplicatii in domeniul microundelor: filtre si antene de mare performanta, circuitele de defazare si atenuatoarele variabile, microsisteme frontend de receptie de tip RFMEMS.
- Sunt prezentate principiile de baza ale RFMEMS cu unde acustice de volum si de suprafata, cu deschidere spre aplicatii de filtrare si propagare.

Toate acestea contribuie la transmiterea/formarea către/la studenţi a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice şi procedurale aferente domeniului si constituie un punct solid pentru dezvoltarea competentelor in noi domenii (de exemplu tehnologiile 6G care inpun cresterea frecventelor de lucru pana in domeniul undelor milimetrice 30-300 GHz).

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	Demonstrează că deține cunoștințe de bază si avansate în domeniul "Microsisteme" operand la frecvente de 1-300 GHz. Utilizează cunoştinţele, metodele şi instrumentele software adecvate pentru implementarea solutiilor ingineresti in domeniu. Identifică soluţii pentru problema identificată. Studentul va accumula urmatoarele competențe: C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la funcţionarea, modelarea, proiectarea şi aplicaţiile privind microsistemele electromecanice de microunde şi unde milimetrice. C2. Cunoasterea structurii, functionarii si modelarii microsistemelor electromecanice si identifica principalele aplicatii de circuit. C3. Cunoasterea structurii si modelarea liniilor de transmisie planare utilizate in circuitele integrate de microunde. C4. Utilizarea instrumentelor software avansate pentru simularea electromagnetica a microsistemelor electromecanice. C5. Proiectarea microsistemelor electromecanice utilizand tehnici analitice si numerice avansate. C6. Modelarea dispozitivelor piezoelectrice de microunde. C7. Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. C8. Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, precum si faptul ca o parte din termenii in engleză sunt inseraţi in DEX
Transversale (generale)	CT1. 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 in limba engleza. CT2. Lucrează în echipă şi comunică eficient, coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie, mai ales in mediul on-line. CT3. Abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii / identifica soluţii. CT4. Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică, conform prezentarilor la proiect. CT5. Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate in rapoartele diferitelor etape de proiect si laborator.

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.* • Dezvoltarea domeniului este marcata de impletirea armonioasa a dezvoltarii tehnologice cu inventarea de noi dispozitive (de exemplu cele bazate pe diferite domenii ale fizicii:mecanic, electrostatic, electromagnetic, piezoelectric) si modelarea avansata inclusiv cea bazata pe tehnici numerice (favorizata de cresterea performantelor sistemelor de calcul si implementarea de pachete software avansate). • Notiunile specifice domeniului asimilate de studenti imbina cunostiintele referitoare la dispozitivele pentru microunde (principii de functionare, modelare, caracterizare) cu cele legate de propagarea pe linii de transmisie planare si propagarea undelor acustice de volum si de suprafata.
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).* • Absolventii acestei discipline pot sa selecteze informatiile relevante nu numai pentru microsistemele electro-mecanice de microunde, dar si pentru dispozitivele bazate pe efectul piezoelectric pentru generarea undelor acustice. • Absolventii sunt stimulati sa utilizeze argumentat principii specifice în vederea aplicatiilor microsistemelor de foarte inalta frecventa. • Absolventii sunt stimulati sa lucreze productiv în echipă, la aprofundarea unor concepte si la temele de proiect. • Absolventii trebuie sa redacteze rapoarte stiintifice si sunt stimulati sa prezinte realizarile in cadrul unor sesiuni publice in fata colegilor. • Absolventii sunt stimulati sa dezvolte temele de proiect in cadrul activitatilor de cercetare pentru dizertatie si sa verifice experimental soluţii identificate. • Absolventii acestei discipline sunt stimulati sa rezolve aplicaţii practice, in exercitii la curs sau la temele individuale de casa. • Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare proiecte. Formulează concluzii la rezultatele obtinute.

Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* · **Studentii sunt stimulati sa selecteze** surse bibliografice adecvate disciplinei şi sa le analizeze. · **Studentii sunt stimulati sa respecte principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate in rapoartele de proiect. · **Studentii sunt stimulati sa demonstreze receptivitate** pentru contexte noi de învăţare, inclusiv on-line, fiind invitati si angrenati sa-si expuna rezultatele originale la sesiuni studentesti si connferinte de specialitate. **Studentii sunt stimulati sa colaboreze** cu ceilalţi colegi şi cu cadrele didactice. **Studentii sunt stimulati sa demonstreze autonomie** în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat, in timpul rezolvarii temelor de proiect. **Studentii sunt stimulati sa manifeste responsabilitate socială** prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/comunitatea academică. **Studentii sunt stimulati sa promoveze soluţii noi, aferente domeniului de specialitate, oferind lucrari si fiind stimulati sa le continue la Disertatie.** · **Studentii sunt stimulati sa conştientizeze valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei** la identificarea de soluţii sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). · **Studentii sunt stimulati sa aprecieze analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse** în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător si pentru o dezvoltare durabila. · **Studentii sunt stimulati sa demonstreze abilităţi de management** al situaţiilor din viaţa reală ca gestionarea timpului de colaborare la o tema comuna.

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.)*

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.

Acestă 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.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere. Domeniul RFMEMS (RF Micro-Electrical Mechanical Systems). Avantajele RFMEMS. Materiale pentru RFMEMS. Microsenzori si actuatori pentru MEMS	2
2	Fabricarea RFMEMS. Depunerea straturilor subtiri metalice si dielectrice. Fotolitografia. Microprelucrarea de volum (Tehnici de corodare; Microprelucrarea prin corodare umeda; Microprelucrarea prin corodare uscata). Microprelucrarea de suprafata. Fluxuri tehnologice de fabricare a membranelor dielectrice	4
3	Bazele proiectarii RFMEMS. Introducere. Modelarea microstructurilor mecanice (Modelare statica; Modelare dinamica; Modelare numerica; Modelarea cu circuite echivalente la inalta frecventa; Modelarea electromagnetica la inalta frecventa). Modelarea RF MEMS realizate pe membrane dielectrice subtiri. Proiectarea neliniara a RF MEMS	4
4	Microcomutatoare RFMEMS. Introducere, clasificare si integrarea cu liniile de transmisie planare. Parametrii de baza ai microcomutatoarelor. Microcomutatoare cu contact rezistiv. Microcomutatoare cu contact capacitiv. Proiectarea electromecanica a microcomutatoarelor. Proiectarea electromagnetica a microcomutatoarelor	6
5	Filtre si antene fabricate prin microprelucrare. Introducere si principii de baza. Proiectarea filtrelor cu linii cuplate pe membrane dielectrice. Filtre reconfigurabile. Antene dublu slot foldat. Antene Yagi-Uda. Antene reconfigurabile. Directii posibile de cercetare in domeniu	4
6	Microsisteme RFMEMS. Introducere. Bazele proiectarii microsistemelor de receptie. Receptor cu antena dublu slot foldat fabricat prin microprelucrarea siliciului . Receptor cu antena dublu slot foldat fabricat prin microprelucrarea GaAs. Senzor pentru imagistica pasiva in unde milimetrice. Defazoare cu RFMEMS	4
7	Dispozitive RFMEMS piezoelectrice. Principii de baza. Dispozitive FBAR cu aplicatii in microunde. Dispozitive SAW fabricate prin tehnici nanolitografice. Filtre si senzori piezoelectrici.	4
	Total:	28

Bibliografie:

D.Neculoiu, “Structuri avansate de microunde realizate prin microprelucrare”, Editura Printech, 2005
G.M.Rebeiz, ”RF MEMS: Theory, Design and Technology”, John Wiley & Sons, 2003
H.J. De Los Santos, ”RF MEMS Circuit Design for Wireless Communications”, Artech House, 2002
Ken-ya Hashimoto, “Surface Acoustic Wave Devices in Telecommunications” Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000, Springer, 2000.
A.Qun Liu, "RF MEMS Switches and Integrated Switching Circuits, Springer Science+Business Media, LLC 2010
J.Iannacci, "Practical Guide to RF-MEMS", Wiley-CH, 2013
David Morgan, “Surface Acoustic Wave Filters With Applications to Electronic Communications and Signal Processing”, 2nd Edition, Elsevier, 2007.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Principii de baza ale caracterizarii experimentale in domeniul microundelor si undelor milimetrice. Parametrii S. Caracterizarea experimentala a RFMEMS	4
2	Tehnici de modelare numerica 3D pentru analiza electromagnetica utilizand pachetul CST Microwave Studio – Student edition. Aplicatii in modelarea microcomutatoarelor capacitive	8
3	Prezentare rapoarte si notare	2
	Total:	14

Bibliografie:

D.Neculoiu, “Structuri avansate de microunde realizate prin microprelucrare”, Editura Printech, 2005
D.Neculoiu, Al.Muller, “Dispozitive si circuite de microunde – Aplicatii”, Editura Printech, 2001
CST manual de utilizare (2025)

11. Evaluare

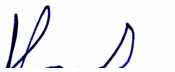
Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoasterea notiunilor de baza si a formulelor de proiectare	Test grila	50
11.5 Seminar/laborator/proiect	Activitate laborator	Evaluare raport si prezenta activa	20
	Predarea la termen a raportului stiintific tema proiect	Evaluare raport si prezenta activa	30
11.6 Condiţii de promovare			
Evaluare raport si prezenta activa			

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)

- Electronica pentru frecvente inalte este o parte importanta in domeniul dispozitivelor, circuitelor pasive si active in domeniul telecomunicatiilor terestre si prin satelit, radar, aparatura de masura, senzoristica, tehnologii RFID, echipamente 4G si 5G etc. Prin activităţile desfăşurate, studenţii dezvoltă abilităţi de a oferi soluţii unor probleme şi de a propune idei de îmbunătăţire a situaţiei existenţei în aceste domenii.
- În dezvoltarea conţinutului disciplinei s-au avut în vedere cunoştinţele descrise de literatura de specialitate precum si cercetarile proprii cercetările proprii publicate in reviste internationale sau prezentate la conferinte de prestigiu.
- Cursul are un conţinut similar cursurilor desfăşurate de universitati de prestigiu din SUA si Europa
- Disciplina asigura absolventilor competente adecvate cu necesitatile angajatorilor din domeniile specificate mai sus.

Data completării Titular de curs Titular(i) de aplicaţii

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

21.09.2026	Prof. Dr. Dan Neculoiu	Prof. Dr. Dan Neculoiu
		

Data avizării în departament — Director de departament

22.09.2026 — Prof. Dr. Claudius Dan



Data aprobării în Consiliul Facultăţii — Decan

22.09.2026 — Prof. Dr. Mihnea Udrea

