



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Biodispozitive și Nanoelectronică celulară					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Cristian Ravariu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Cristian Ravariu					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.03-14	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	1.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					10
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					10
Examinări					5
Alte activități (dacă există):					5
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Dispozitive Electronice Curs de Senzori
4.2 de rezultate ale învățării	Ca preconditii sunt necesare rezultate ale invatarii generale de fizica, senzori electronici si modelare a dispozitivelor electronice active, programe de simulare (simulare in Silvaco, Spice)



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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer, sau facilitati de e-learning, ca Moolde sau Teams.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Dispozitive electronice Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector si laptop, sau facilitati de e-learning, ca Moolde sau Teams.

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.)

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului nano-electronicii si bio-dispozitivelor și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina Biodispozitive si Nano-Electronica Celulara abordează ca tematică specifică noțiuni de bază in fizica lichidelor, apoi concepte avansate de detectie in lumea vie pana la nivel celular si dimensiuni nanometrice, concepte specifice in domeniul tranzistoarelor cu biomateriale incluse, toate acestea contribuind la transmiterea/formarea către studenți a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice și procedurale aferente domeniului bioelectronicii ce cunoaste o dezvoltare efervescenta in prezent.

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	<ul style="list-style-type: none">- Cunoșterea structurii și a proprietăților nanodispozitivelor si biomaterialelor, precum și a aplicațiilor importante ale acestora în bio-nano-electronică;- Utilizarea instrumentelor software pentru simularea avansată atât a bio-dispozitivelor cât și a unor aplicatii tehnologice;-Insusirea si aprofundarea unor cunostinte pentru deprinderea cursantilor cu optimizarea de dispozitive electronice active cu bio-materiale, inclusiv fenomene electrice la scala nanometrica din domeniul comportamentelor celulare din lumea vie, cu ajutorul uneltelor tehnologice si tehnicilor CAD de simulare.
Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">- Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificarea exactă a obiectivelor de realizat, a unor factori potențiali de risc, a resurselor disponibile, a aspectelor economico-financiare, a condițiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru și termenelor de realizare pentru produse din sfera bio-dispozitivelor;- Executarea responsabilă a unor sarcini de lucru în echipă pluridisciplinară, cu asumarea de roluri pe diferite paliere ierarhice pentru diverse domenii precum nano-electronica celulara;- Identificarea nevoii de formare continuă și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line).

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.)

<p style="text-align: center;">Cunoștințe</p>	<p><i>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.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cele mai importante etape care au marcat borne în dezvoltarea domeniului bio-nano-electronicii: scalarea tranzistorului MOS spre dimensiunile actuale sub-22nm, dispozitive cu funcții de caracterizare a lumii vii, prin anticorpi, prin ADN, prin celule sau organite celulare. • Noțiuni specifice domeniului biodispozitivelor și nano-electronicii celulare: tehnologii pentru dispozitive moderne, bio-tehnologii pentru imobilizarea membranelor cu Anticorpi, Acizi nucleici ADN virali sau celulari, pentru prelucrarea semnalelor electrice și electronice la nivel celular. Noțiuni/procese/fenomene/structuri: Biofizică / Fizica lichidului pentru modelarea fenomenelor capilare și electrice în spații nanometrice sub-celulare / Jonctiunea metal-soluție / dispozitive supuse scalării la dimensiuni nanometrice / Dispozitive cu anticorpi și celule cu aplicații în caracterizare a lumii vii / Nano-electronica celulară - modelare și înregistrare experimentală a semnalelor electrice la nivel sub 100nm membrana celulară. <p>Consecințe și relații: Biodispozitivele moderne nu mai pot fi incluse doar în sfera biochimiei, deoarece azi se fabrică un tranzistor cu membrana de anticorpi Immuno-FET în aceeași zonă tehnologică ca și circuitele MOS adică, camera albă sau fabricile de microelectronica. Fenomenele electrice din tranzistorul MOS sub 100nm se regăsesc și la nivel nano-celular, domeniu găsit astăzi pe piața joburilor ca Ingineria nano-c canalelor ionice.</p>
<p style="text-align: center;">Aptitudini</p>	<p><i>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).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Absolvenții pot să elaboreze informații relevante în diverse contexte ale bioelectronicii: tranzistoare Immuno-FET, ADN-FET, Cell-FET, dar și recoltare de semnal electric la nivel celular prin tehnici specifice, scalate la scala nano-metrică, folosind NEMS și nano-pipete. • Absolvenții utilizează argumentat principii specifice în vederea utilizării, aplicării, proiectării, modelării structurilor nano-celulare. • Absolvenții sunt stimulați să lucreze productiv în echipă. • Absolvenții de acest curs, sunt stimulați să elaboreze un text științific în domeniul bio-electronicii. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să verifice experimental soluții identificate. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să rezolve aplicații practice din domeniul biodispozitivelor și nanoelectronicii. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să interpreteze adecvat relații de cauzalitate. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să analizeze și compare funcțiile optime ale diverselor tipuri de contacte metal - soluție pentru biodispozitive de caracterizare a lumii vii. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să elaboreze planuri de rezolvare de proiecte, prin intermediul aplicațiilor de tip proiect. • Absolvenții de acest curs sunt stimulați să formuleze concluzii experimentale.



Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să selecteze surse bibliografice potrivite și să le analizeze.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să respecte principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate, în proiectul de semestru.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să manifeste colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice, în timpul fiecărui curs, prin antrenare de a răspunde la întrebări, sau prin prezentări studentesti de proiecte.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să demonstreze autonomie în organizarea situației/contextului de învățare, întrucât fiecare student are de rezolvat propria parte de probleme individuale la un proiect.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să promoveze/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale, fiind în fiecare an antrenați să publice lucrări originale la sesiunea studentească, dar și în jurnale de specialitate.• Absolvenții de acest curs sunt stimulați să recunoască impactul tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială.• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală.
--	---

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.*)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare a disciplinei Biodispozitive și Nano-electronica Celulară, va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare se utilizează prelegeri, în baza unor prezentări Power Point dar și diferite filmulețe care sunt puse la dispoziția studenților. Fiecare curs debutează cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Disciplina Biodispozitive și Nano-electronica Celulară acoperă informații și activități practice 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.

Se au în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a 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.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conținuturi

CURS



Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	C1. Introducere in Bio-stiința si Bio-Inginerie; incadrarea bio-dispozitivelor	2
2	C2. Elemente de fizica starii lichide pt biodispozitive	2
3	C3. Contactul metal-solutie; sub-structuri pentru biodispozitive; circuitul Huxley	2
4	C4. Biodispozitive Immuno-FET, ADN-FET, Cell-FET	4
5	C5. Statica structurilor nanocelulare cu comportament electric; potentiale electrice de repaus; ecuatia Goldman-Hodgkin-Katz	2
6	C6. Dinamica structurilor nanocelulare cu comportament electric; potentiale de actiune; experimentul Patch-Clamp	2
	Total:	14

Bibliografie:

Site materiale Moodle curs: <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9273>

2. Cristian Ravariu, Dispozitive Electronice, carte 320 pag, Ed. Printech, Bucuresti, 2006.
3. **Cristian Ravariu**, Biodispozitive electronice: de la nanostructuri la aplicații medicale, Editura Politehnica Press, Bucuresti, 2010, 232 pagini ISBN 978-606-515-071-3, carte premiata cu Premiul Tudor Tanasescu al Academiei Romane.
4. **Cristian RAVARIU**, Avireni SRINIVASULU, Appasani BHARGAV. A biomimetic device for the action potential simulation at neuronal level. *Advanced Nano-Bio-Materials and Devices*; 2020:4(4):623-629.
5. Popescu, M.; Ravariu, C. Simulation of Spinal Cord Reflexes. *Appl. Sci.* 2024, vol. 14, issue 1, art number 310, 8 pag. <https://doi.org/10.3390/app14010310>. **Q2-MDPI**, IF=2.5.
6. Cristian Ravariu, Avireni Srinivasulu, Bhargav Appasani, Viral Invasion Flow-Chart for Pathogens With Replication Target in a Host Cell, Chapter 2 in Book Recent Advancements in Smart Remote Patient Monitoring, Wearable Devices, and Diagnostics Systems, Editors Furkh Zeshan and Adnan Ahmad, January, 2023, pp. 33-53, **IGI Global Publisher, Hershey, Pennsylvania, USA**, DOI: 10.4018/978-1-6684-6434-2, ISBN13: 9781668464342, ISBN10: 1668464349, E-ISBN13: 978166846435.
7. Ravariu, C., Banes, V., Enescu, A., Vasile, R. (2022). Mobile Models for Biosensors with Diffusion Layer Through Enzyme Receptor. In: Auer, M.E., Tsiatsos, T. (eds) *New Realities, Mobile Systems and Applications*. From IMCL 2021- published in 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 411. **Springer**, Cham, Pages 962-969. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_87.
8. Topor Alexandru, Ulieru Dumitru, Ravariu Cristian, Babarada Florin, Development of a new one-eyeimplant by 3d bioprinting technique, *Rev. Roum. Sci. Techn.–Électrotechn. et Énerg.* Vol.68, 2, pp. 247–250, 2023, <https://doi.org/10.59277/RRST-EE.2023.68.2.22>.
9. C. Ravariu, Current Status of Field-Effect Transistors for Biosensing Applications, *Biosensors*, 2022, 12(12), 1081; <https://doi.org/10.3390/bios12121081>. **WOS:000902384400001** indexat wos din 2023-01-15. **Q1-MDPI**
10. **C. Ravariu**, Deeper Insights of the Conduction Mechanisms in a Vacuum SOI Nanotransistor, *IEEE Transactions on Electron Devices*, vol. 63, no. 8, 2016, pp. 3278 - 3283, Accepted in May 24, 2016, manuscript ID TED-2016-04-0613-R, DOI: 10.1109/TED.2016.2580180, IF=2.2, ISSN: 0018-9383, in 2016 WOS 000380324600044, **Red zone** / 2016.



Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Metode de modelare-simulare a contactului metal-soluție; verificare pe parcurs	8
2	Metode de modelare-simulare a tranzistoarelor Bio-FET; verificare pe parcurs	8
3	Metode de modelare-simulare a circuitului canalelor ionice de Na ⁺ /K ⁺ ; verificare pe parcurs	8
4	Verificare finală	4
Total:		28

Bibliografie:

Site Moodle: <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9273>

Yen-Heng Lin et al., Integrating solid-state sensor and microfluidic devices for glucose, urea and creatinine detection based on enzyme-carrying alginate microbeads, *Biosensors and Bioelectronics* 43 (2013) 328–335.

M. Popescu, C. Ravariu, Systemic Models at the Spinal Level for the Locomotion Control, 10-th IEEE E-Health and Bioengineering EHB-2022 Conference, Iași, Romania, NOVEMBER 17-18, 2022, pp. 1-4.

Dorothee Grieshaber, Robert MacKenzie, Janos Voros, Erik Reimhult, Electrochemical Biosensors - Sensor Principles and Architectures - Review paper - 59 pagini, *Sensors* 2008, 8, 1400-1458.

Baza de date a Jurnalului Elsevier Q1 - Biosensors and Bioelectronics, Baza de date Open Access a Jurnalului MDPI zona Rosie - Biosensors si Baza de date a Jurnalului IEEE Electron Devices Society EDS, unde C. Ravariu este Chairman pe Romania la EDS-Romania.

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	examen scris in sesiune	20%
	- cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	examen scris in sesiune	20%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoașterea modului de simulare a dispozitivelor Immuno-FET, ADN-FET	Derularea lucrarilor are loc in saptamanile 1-10.	25%
	Sustineri orale ale referatelor de semestru	Saptamanile 11-14	35%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Cunoașterea diferentelor și caracteristicilor distinctive ale tranzistoarelor ISFET - EnFET. Insusirea tehnicilor de simulare la un FET.			




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)



Domeniul Biodispozitivelor, în complementaritate cu electronica medicală și racordată la domeniile biostiintelor, a devenit o componentă constantă a majorității Topic-urilor de Jurnale IEEE-Elsevier-Springer, a majorității call-urilor de proiecte de cercetare naționale și internaționale, dar și în domeniul job-urilor la companii private. În acord cu cercetarea masivă care a avut loc după 2014 și continuă în prezent în domeniile bio-nano-stintelor, industria urmează îndeaproape tendințele dezvoltate de cercetare. În ultimii ani, industria are o cerere importantă de ingineri calificați în domenii interdisciplinare, cum este cel al bio-nano-ingineriei, pentru că aplicațiile sunt multiple - de la caracterizări ale substanțelor farmaceutice noi, la monitorizarea om-mășină, sau echipamente electronice bio-medicale, ecologie, smart city, etc.

În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile vizate de actualul curs susțin aplicații de creare de tehnologii și aplicații personalizate de biodispozitive, biodispozitive *in vitro* sau *in vivo* pentru invazie minimă, aplicații în medicina veterinară, dar și cutting edge products, precum realizarea sonde de arii nanometrice pentru recoltare semnale electrice la nivel celular pentru tehnologii patch-clamp.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate necesităților calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
17.10.2024	Prof. Dr. ing. Cristian Ravariu 	Prof. Dr. ing. Cristian Ravariu 
Data avizării în departament	Director de departament	
31.10.2024	Prof. Dr. Claudiu DAN 	
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan	
01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea 