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	Licenţă
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Dispozitive electronice Electronic Devices			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Cristian Ravariu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Cristian Ravariu			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		D	2.9 Codul disciplinei	04.D.03.O.002		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	3
3.4 Total ore din planul de învăţământ	70.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	42
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					73
Tutorat					0
Examinări					7
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	80.00
3.8 Total ore pe semestru	150
3.9 Numărul de credite	6

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea şi promovarea următoarelor discipline: • Fizică; • Bazele Electrotehnicii.

4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: • Matematică; • Fizica corpului solid; • Electricitate; • Analiza circuitelor electrice.

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

5.1 Curs	Sală dotată cu tablă, videoproiector şi conexiune la internet
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Săli pentru seminar şi laborator dotate cu videoproiector şi conexiune la internet. Minim 15 platforme de laborator echipate cu aparatură de măsură de uz general şi machete de măsură şi caracterizare a dispozitivelor electronice, 15 calculaoare cu programe de simulare dedicate dispozitivelor electronice.

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.)*

Se studiază fenomene fizice, comportarea electrică, modele de regim staţionar şi dinamic pentru dispozitivele semiconductoare de bază: diode cu joncţiune, tranzistorul cu efect de câmp poartă joncţiune, tranzistorul MOS, tranzistorul bipolar. Pentru explicarea funcţionării dispozitivelor se introduc noţiuni de bază despre semiconductoare, teoria joncţiunii pn, a contactului metal-semiconductor şi a capacitorului MOS.

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	• Familiarizarea studenţilor cu funcţionalităţile diverselor familii de diode şi tranzistoare şi cu utilizarea acestor dispozitive în circuite. Crearea abilităţilor de folosire a ecuaţiilor de model şi a circuitelor echivalente stabilite pentru fiecare dispozitiv studiat la analiza şi proiectarea circuitelor analogice şi digitale. • Posibilitatea de selecţie a dispozitivelor cu parametrii optimi pentru structuri concrete de circuit.
Transversale (generale)	• Lucrul în echipă pentru coordonarea eforturilor cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii speciale cu diverse grade de dificultate • Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni inginereşti, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta soluţii noi. • Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. • Respectă principiile de etică academică. Citează corect sursele bibliografice utilizate ca referinţe în lucrările proprii.

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.* • Enumeră şi descrie cele mai importante proprietăţi ale materialelor semiconductoare exploatate de dispozitivele electronice • Defineşte noţiuni specifice dispozitivelor electronice • Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/modele pentru diode şi tranzistoare • Defineşte regimuri de polarizare în curent continuu, şi circuite echivalente de regim dinamic pentru dispozitivele electronice studiate • Elaborează modele de funcţionare în circuit în curent continuu şi la semnal mic a dispozitivelor semiconductoare
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).* • Lucrul în echipă • Rezolvă probleme practice folosind cunoştinţele teoretice • Propune aplicaţii practice pentru dispozitivele electronice studiate • Identificarea comportării electrice în circuit a dispozitivelor • Diferenţa între funcţionarea dispozitivului în curent continuu, respectiv, în regim dinamic la semnal mic • Distincţia între modurile de operare liniar şi neliniar a dispozitivelor • Analiza circuitelor electronice elementare cu diode şi tranzistoare • Identificarea importanţei parametrilor de model în funcţionarea electrică a dispozitivelor şi circuitelor

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 învățare. • Colaborează cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice • Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat • Contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). • Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. • Analizează și valorifică oportunități de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. • 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 rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Predarea cursului foloseşte ca suport o prezentare pe capitole (cu respectarea cuprinsului de la punctul 10.) utilizând videoproiectorul în Power point. Conţinutul prezentării este explicat în detaliu şi comentat în faţa studenţilor. O serie de noţiuni şi probleme de complexitate mai mare sunt demonstrate la tablă. Suportul Power point al cursului este disponibil pe Moodle.

La seminar este utilizată metoda problematizării. Se prezintă şi rezolvă la tablă probleme concrete cu dispozitive electronice. Implicarea directă a studenţilor în rezolvarea problemelor este regula de bază a seminarului.

Materialele principale pentru seminar sunt notiţele de curs, cartea Dispozitive Electronice de 308 pagini de C. Ravariu si culegeri “Dispozitive electronice-Probleme”. În plus, seminariile sunt disponibile pe platforma Teams.

Laboratorul este organizat în săli dedicate, dotate cu 15 posturi de măsură care includ: seta de aparate de măsură standard, machete cu dispozitivele care trebuiesc caracterizate şi calculatoare pentru prelucrarea datelor și simularea diverselor proceselor ce descriu comportarea electrică a dispozitivelor. Toate aceste sisteme sunt prezentate studenților la primul laborator.

La fiecare ședință de laborator cadrul didactic face o scurtă prezentare a conceptelor care vor fi utilizate în laboratorul respectiv după care studenții sunt îndrumați la realizarea măsurătorilor pe macheta destinată fiecărui dispozitiv.

Documentația necesară realizării lucrărilor de laborator este inclusă în îndrumarul de laborator “Dispozitive electronice-Îndrumar de laborator” disponibila pe Teams / Moodle.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	1. Noţiuni de fizica semiconductoarelor 1.1 Semiconductori. Izolatori. Metale 1.2 Electroni şi goluri 1.3 Semiconductori intrinseci şi extrinseci 1.4 Fenomene de transport în semiconducori 1.5 Generare şi recombinare 1.6 Ecuaţiile de bază ale semiconductorilor	4
2	2. Structuri semiconductoare fundamentale 2.1 Joncţiunea pn 2.2 Curenti statici prin jonctiunea pn modele fizice 2.3 Modele avansate si simplificate 2.4 Străpungerea joncţiunii pn 2.5. Regim dinamic al jonctiunii pn 2.6. Modelarea la semnal mic. Capacităţi interne 2.7 Circuite echivalente	6
3	3. Diode semiconductoare 3.1 Clase de diode. Utilizare, aplicaţii 3.3 Dioda Schottky 3.4 Dioda electoluminescentă (LED) si fotodioda 3.5 Comportarea cu temperatura a diodelor semiconductoare	2
4	4. Tranzistorul bipolar (TB) 4.1 Structura TB. Tranzistoare npn şi pnp 4.2 Model Ebers-Moll; caracteristici statice 4.3 Regimuri de funcţionare. Conexiuni 4.4 Modelarea tranzistorului bipolar în RAN 4.5 Fenomene fizice de ordinul 2 la TB 4.6 Regimul dinamic al TB 4.7 Circuite echivalente; comportarea în frecvenţă; frecvente caracteristice	8
5	5. Tranzistoare cu efect de câmp MOSFET 5.1 Clasificarea TEC. Tranzistoare MOS, MIS, SOI; noduri actuale 2nm 5.2 Capacitorul MOS ideal; efectele reale; canal initial 5.3 Tranzistorul MOS in regim static: fenomene, parametri 5.4 Tensiunea de prag. MOS ideal, real cu 3 terminale; MOS cu 4 terminale 5.5 Modele de inversie puternica; canal indus 5.6 Tranzistorul MOS in regim dinamic 5.7 Aplicaţii analogice si digitale	8
	Total:	28

Bibliografie:

1Suport curs pe Moodle, actualizat in fiecare an, Cristian Ravariu, Dispozitive Electronice.
2. Cristian RAVARIU, MOSFET with tips and tricks, Politehnica Press Publisher, e-Book 105pp, Bucharest, Romania, March 2023, (in English). ISBN: 978-606-9608-41-8.
3. **C. Ravariu**. Electronic Devices, pp. 1-326, Publisher: Printech Romania, 2004, ISBN 973-718-133-6, (in Romanian).
4. S.M. Sze, K.W. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd edition, Wiley Interscience, New Jersey, USA, 2007
5. **C. Ravariu**. Deeper Insights of the Conduction Mechanisms in a Vacuum SOI Nanotransistor, *IEEE Transactions on Electron Devices,* **63**(8), pp. 3278 - 3283, 2016, (IEEE Journal ISSN: 0018-9383, Q1-Red zone/2015.
6. **C. Ravariu**. Gate Swing Improving for the Nothing On Insulator Transistor in Weak Tunneling, *IEEE Transactions on Nanotechnology*, **16**(6), pp. 1115 - 1121, 2017, (IEEE Journal ISSN: 1536-125X, Q2-Yellow zone/2017.
7. **C. Ravariu**, C. Pârvulescu, E. Manea, A. Dinescu, R. Gavrila, M. Purica, V. AroraDL IEEE-USA. Manufacturing of a Nothing On Insulator Nano-Structure with two Cr/Au Nanowires Separated by 18 nm Air Gap, *Nanotechnology*, 31(27), pp.1-9, 2020, (IOP Journal, ISSN: 0957-4484 Q1-Red zone/2020.
8. R. Muller, T. Kamins, Devices Electronics for Integrated Circuits, Wiley and Sons, New York, 1988.
9. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, ediţia 4, J. Whiley & Sons, 2005.
10. A. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits,ediţia a 5-a, Oxford University Press, 2004

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Diode semiconductoare 1.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici şi dinamici 1.2 Simularea funcţionării joncţiunii pn	4
2	Tranzistorul bipolar 2.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici şi dinamici. Etajul EC. 2.2 Simularea etajelor de amplificare cu tranzistor bipolar şi tanzistor cu efect de câmp cu programul SPICE	4
3	Tranzistoare cu efect de câmp MOS şi TEC-J 3.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici şi dinamici. Etajul SC. 3.2 Extracţia (prin simulare) a parametrilor de model pentru diode, tranzistorul bipolar şi TEC-J	4
4	Colocviu final de laborator	2
	Total:	14

SEMINAR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Semiconductori dopaţi. Electroni şi goluri. Rezistivitatea semiconductorului.	2
2	Joncţiunea pn. Regiunea de barieră.	2

3	Curenţii prin joncţiune. Tipuri de diode: Varicap, Zener, LED	2
4	Diode semiconductoare. Determinarea punctului static de funcţionare prin calcul iterativ.	2
5	Circuite cu diode. Analiza de curent continuu şi la semnal mic joasa frecventa	2
6	Circuite cu peste 4 diode. Analiza de curent continuu şi de frecvente inalte	2
7	Etaje elementare cu TEC	2
8	TEC-MOS. Capacitorul MOS. Regimuri de functionare. Determinarea tensiunii de prag. Determinarea punctului static de funcţionare la TEC-MOS.	2
9	Surse de curent cu TEC-MOS şi alte circuite de polarizare	2
10	Etaje de amplificare cu TEC-MOS	2
11	Tranzistor bipolar. Determinarea punctului static de funcţionare	2
12	Surse de curent cu tranzistor bipolar şi alte circuite de polarizare	2
13	Etaje elementare cu tranzistor bipolar	2
14	Circuite complexe cu tranzistoare cu efect de câmp şi bipolare	2
	Total:	28

Bibliografie:

1. Materiale de curs pe Moodle: Cristian Ravariu, Dispozitive Electronice.
1. I. Rusu, F. Babarada, F. Drăghici, “Dispozitive Electronice - Îndrumar de Laborator”, Editura Rosetti Educaţional, Bucureşti, 2011, ISBN 978-973-7881-71-7.
2. Cristian Ravariu, D. Cozma. *Dispositifs et circuits electroniques pour applications pratiques*, edited *by Politehnica Press Romania*, 2007, *pp.1-108*, ISBN: 973-652-443-4, (en Francaise).
3. **C. Ravariu**, Florin Babarada, Adrian Rusu. *SPICE – theory and applications, Publishing House* Printech, ISBN 973-718-217-0, Bucharest, 2005, pp. 1-234, (in Romanian).
4. B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, 2nd edition, Wiley Global Education, 2013
5. T.L. Floyd, Electronic Devices- Electron Flow Version, 9th edition, Prentice Hall, 2012;
6. Ravariu C, Parvulescu CC, Manea E, Tucureanu V. Optimized Technologies for Cointegration of MOS Transistor and Glucose Oxidase Enzyme on a Si-Wafer. *Biosensors*. 2021; vol. 11, no. 12, pp. 497. https://doi.org/10.3390/bios11120497. Q1

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 privind funcţionarea joncţiunii pn, a capacitorului MOS şi a contactului metal-semiconductor. Parametrii de model şi circuite echivalente de regim dinamic pentru diode şi TEC-J.	Un examen scris in sesiune	20
	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale, a modului de aplicare a teoriei la probleme specifice, însuşirea şi folosirea parametrilor de model şi a circuitelor echivalente stabilite pentru tranzistoare MOS şi bipolare.	La examenul scris in sesiune	20
	Testare individuala pe parcursul semestrului, in jurul saptamanii a 7-a.	Test de verificare la mijlocul semestrului	20
11.5 Seminar/laborator/proiect	Seminar - Insuşirea şi folosirea in circuite specifice a modelelor stabilite pentru diode, tranzistoare cu efect de câmp şi bipolare. Probleme cu diode semiconductoare, TEC-J, TEC-MOS si tranzistor bipolar. Determinarea psf-ului dispozitivelor si a parametrilor de regim dinamic. Calculul rezistenţelor de intrare/ieşire, amplificări de tensiune şi curent.	Verificare orala pe parcursul semestrului	20
	Laborator – Cunoaşterea tehnicilor de măsură a parametrilor electrici de bază ai dispozitivelor electronice active fundamentale: diode şi tranzistoare. Cunoaşterea modului de lucru a programelor soft de caracterizare şi analiză a dispozitivelor studiate.	Colocviu final de laborator, cuprinzând o probă teoretică şi una practică. La fiecare şedinţă de laborator fiecare student este notat în funcţie de implicarea în procesul de măsurători şi functie de rezultatele experimentale/de simulare obţinute.	20
11.6 Condiţii de promovare			
• Obţinerea a 50% din punctajul total aferent activităţii pe parcursul semestrului (seminar/laborator/curs) • Obţinerea a 50% din punctajul total aferent verificării pe parcurs şi respectiv examenului final.			

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)

Dispozitivele electronice reprezinta o disciplină fundamentală pentru un specialist în inginerie electrică şi electronică. Progresele majore şi dinamica circuitelor integrate – ce explică realizările fără egal din lumea calculatoarelor, a comunicaţiilor mobile sau a sistemelor electronice audio şi video - au fost posibile prin cunoaşterea profundă a fizicii şi electronicii dispozitivelor semiconductoare.

La acest curs sunt ilustrate prin date numerice şi comentarii performanţele, comportarea electrică, modele şi circuite echivalente pentru diode, tranzistoare cu efect de câmp şi bipolare şi modul lor de folosire în circuit. O atenţie deosebită se acordă etajelor de amplificare.

Printr-o selecţie profesionistă a cunoştinţelor importante, de imediată actualitate sau etern valabile, se asigură studenţilor o pregătire ştiinţifică şi tehnică completă, care le permite angajarea rapidă, după absolvire, în orice companie de electronică, telecomunicaţii sau tehnologia informaţiei. Se respectă astfel politica Universităţii Nationale de Stiinta si Tehnologie Politehnica din Bucureşti de promovare a disciplinelor strâns legate de cerinţele unei industrii de vârf cum este microelectronica.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Cristian Ravariu	Prof. Dr. Cristian Ravariu

Data avizării în departament	Director de departament

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