



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Dispozitive electronice Electronic Devices						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Gabriel Dima						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Gabriel Dima						
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 activităților 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 învățământ	70.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	42
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					74
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					6
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Promovarea disciplinelor Matematica, Fizica 1 si 2 si Bazele Electronicii
4.2 de rezultate ale învățării	Cunostinte de matematica, fizica (electricitate si elemente de fizica solidului), analiza circuitelor electrice.

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

5.1 Curs	Sala dotata cu tabla, video proiector si conexiune la internet.
----------	---



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Sali de seminar si laborator dotate cu tabla, video proiector si conexiune la internet. Minim 15 platforme de laborator echipate cu aparatură de măsură de uz general și machete de măsură și caracterizare a dispozitivelor electronice si circuitelor electronice elementare, 15 calculatoare cu programe de simulare dedicate dispozitivelor electronice si circuitelor electronice elementare.
-----------------------------------	--

**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.)

Se studiază noțiuni de baza despre fizica semiconductorilor, teoria joncțiunii pn, a contactului metal semiconductor și a capacitorului MOS necesare studiului dispozitivele semiconductoare de bază: diodele cu joncțiune și Schottky, tranzistorul cu efect de câmp de tip poartă joncțiune si MOS si tranzistorul bipolar (fenomene fizice, comportarea electrică, modele de regim staționar și dinamic).

**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.)

<b>Specifice</b>	Familiarizarea studenților cu funcționalitățile diverselor familii de diode și tranzistoare și cu utilizarea acestor dispozitive în circuite. Crearea abilităților de folosire a ecuațiilor de model și a circuitelor echivalente stabilite pentru fiecare dispozitiv studiat la analiza și proiectarea circuitelor analogice și digitale. Posibilitatea de selecție a dispozitivelor cu parametrii optimi pentru structuri concrete de circuit.
<b>Transversale (generale)</b>	Lucrul în echipă pentru coordonarea eforturilor cu ceilalți pentru rezolvarea de situații speciale cu diverse grade de dificultate. Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ingineresti, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta soluții noi. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. Respectă principiile de etică academică: Citează corect sursele bibliografice utilizate ca referințe în lucrările proprii.

**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 exemplelor 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.)



<b>Cunoștințe</b>	<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> <p>Enumeră și descrie cele mai importante proprietăți ale materialelor semiconductoare exploatate de dispozitivele electronice.</p> <p>Definește noțiuni specifice dispozitivelor electronice.</p> <p>Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/modele pentru diode și tranzistoare.</p> <p>Definește regimuri de polarizare în curent continuu, și circuite echivalente de regim dinamic pentru dispozitivele electronice studiate.</p> <p>Elaborează modele de funcționare în circuit în curent continuu și la semnal mic a dispozitivelor semiconductoare.</p>
<b>Aptitudini</b>	<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> <p>Lucrul în echipă.</p> <p>Rezolvă probleme practice folosind cunoștințele teoretice.</p> <p>Propune aplicații practice pentru dispozitivele electronice studiate. Identificarea comportării electrice în circuit a dispozitivelor.</p> <p>Diferența între funcționarea dispozitivului în curent continuu, respectiv, în regim dinamic la semnal mic.</p> <p>Distincția între modurile de operare liniar și neliniar a dispozitivelor.</p> <p>Analiza circuitelor electronice elementare cu diode și tranzistoare. Identificarea importanței parametrilor de model în funcționarea electrică a dispozitivelor și circuitelor.</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</p> <p>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</p> <p>Colaborează cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.</p> <p>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat.</p> <p>Contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</p> <p>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</p> <p>Analizează și valorifică oportunități de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</p> <p>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală.</p>

**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 rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)



Predarea cursului folosește ca suport o prezentare MS Powerpoint structurata in capitole utilizând videoproiectorul (cu respectarea cuprinsului de la punctul 10.). Conținutul prezentării este explicat în detaliu și comentat în fața studenților. Noțiunile și problemele cu complexitate mai mare sunt demonstrate la tablă. La seminar este utilizată metoda problematizării - se prezintă și rezolvă la tablă probleme concrete cu dispozitive electronice. Implicarea directă a studenților în rezolvarea problemelor este regula de bază a seminarului. Materialele principale pentru seminar sunt notițele de curs și culegerea “Dispozitive electronice - Probleme”. Notitele de curs, seminariile și exemplele de rezolvare a problemelor tip sunt disponibile pe platforma Moodle. Laboratorul este organizat în săli dedicate, dotate cu 15 posturi de măsură care includ: set de aparate de măsură standard, machete cu dispozitivele care trebuiesc caracterizate și 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” și pe [https://wiki.dcae.pub.ro/index.php/Pagina\\_principal%C4%83#Platforme\\_de\\_aplicatii\\_sau\\_laborator](https://wiki.dcae.pub.ro/index.php/Pagina_principal%C4%83#Platforme_de_aplicatii_sau_laborator).

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Noțiuni de fizica semiconductoarelor 1.1 Semiconductori. Izolatori. Metale 1.2 Electroni și goluri 1.3 Semiconductori intrinseci și extrinseci 1.4 Fenomene de transport în semiconducători 1.5 Generare și recombinare 1.6 Ecuațiile de bază ale semiconductoarelor 1.7 Semnale electrice pentru dispozitive semiconductoare 1.7.1 Semnale analogice și semnale dreptunghiulare 1.7.2 Semnal mic și semnal mare 1.7.3 Regim staționar și cvasistaționar	2
2	Diode semiconductoare 2.1 Clase de diode. Utilizare, aplicații 2.2 Joncțiunea pn 2.2.1 Electrostatica joncțiunii pn 2.2.2 Relații între curent și tensiune 2.2.3 Străpungerea joncțiunii pn 2.2.4 Modelarea la semnal mic. Capacități interne 2.3 Diode cu joncțiune 2.4 Contactul metal-semiconductor (CMS) 2.5 Dioda electroluminescentă (LED) 2.6 Comportarea cu temperatura a diodelor semiconductoare 2.7 Aplicații	10



3	Tranzistorul cu efect de camp si poarta MOS (TEC-MOS) 3.1 Conceptul de TEC. Clasificare 3.2 Capacitorul MOS 3.3 Tranzistorul MOS cu canal indus 3.3.1 Structura. Antrenarea canalului 3.3.2 Tensiunea de prag. Conductanța canalului 3.3.3 Regimuri de funcționare 3.3.4 Relații între curenți și tensiuni 3.3.5 Modelarea tranzistorului MOS 3.4 Tranzistorul MOS cu canal inițial 3.5 Aplicații	8
4	Tranzistorul bipolar (TB) 4.1 Structura TB. Tranzistoare npn și pnp 4.2 Efectul de transistor. 4.3 Ecuațiile Ebers-Moll 4.4 Regimuri de funcționare. Conexiuni 4.5 Modelarea simplificată 4.6 Fenomene fizice de ordinul II la TB 4.7 Modelarea avansată în regim activ normal (RAN) 4.8 Comportarea în frecvență 4.9 Tensiuni limită la TB 4.10 Regimul termic al TB 4.11 Comparații între tranzistorul bipolar și tranzistorul MOS	8
<b>Total:</b>		28

**Bibliografie:**

1. G. Dima, Electronic Devices – Lecture notes (electronic/Moodle), 2011.
2. D. Dascălu et al., Dispozitive și Circuite Electronice, Ed. Didactica și Pedagogică, 1982.
3. R. Muller, T. Kamins, Devices Electronics for Integrated Circuits, Wiley and Sons, New York, 1988.
4. R. F. Pierret, G. W. Neudeck, Modular Series on Solid State Devices, Addison – Wesley, New York, 1990.
5. C.G. Fonstad, Microelectronic Devices and Circuits, McGraw-Hill, 1994.
6. A. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 5th Edition, Oxford University Press, 2004.
7. S.M. Sze, K.W. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd edition, Wiley Interscience, New Jersey, USA, 2007.
8. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, 5th Edition, J. Wiley & Sons, 2009.
9. T.L. Floyd, Electronic Devices- Electron Flow Version, 9th edition, Prentice Hall, 2012.
10. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd Edition, McGrawHill, 2013.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Diode semiconductoare 1.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici și dinamici 1.2 Simularea funcționării joncțiunii pn	4



2	Tranzistorul bipolar 2.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici și dinamici. Etajul EC. 2.2 Simularea etajelor de amplificare cu tranzistor bipolar și tranzistor cu efect de câmp cu programul SPICE	4
3	Tranzistoare cu efect de câmp MOS și TEC-J 3.1 Măsurători pentru determinarea parametrilor statici și dinamici. Etajul SC. 3.2 Extracția (prin simulare) a parametrilor de model pentru diode, tranzistorul bipolar și TEC-J	4
4	Colocviu final de laborator	2
<b>Total:</b>		14
<b>SEMINAR</b>		
<b>Nr. crt.</b>	<b>Conținutul</b>	<b>Nr. ore</b>
1	Semiconductori dopați. Electroni și goluri. Rezistivitatea semiconductorului.	2
2	Joncțiunea pn. Regiunea de barieră. Diode semiconductoare. Determinarea punctului static de funcționare prin calcul iterativ. Circuite cu diode - analiza de curent continuu și la semnal mic.	2
3	TEC-J. Surse de curent și etaje elementare cu TEC-J (sursa comună și sarcina distribuită).	2
4	Etaje elementare cu TEC-J (poarta comună și drenă comună).	2
5	Amplificatoare cu TEC-J.	2
6	TEC-MOS. Surse de curent și etaje elementare cu TEC-MOS (sursa comună și sarcina distribuită).	2
7	Etaje elementare cu TEC-MOS (poarta comună și drenă comună).	2
8	Amplificatoare cu TEC.	2
9	Amplificatoare cu TEC (cont').	2
10	Tranzistorul bipolar. Surse de curent și etaje elementare cu tranzistor bipolar (emitor comun și sarcina distribuită).	2
11	Etaje elementare cu tranzistor bipolar (bază comună și colector comun).	2
12	Circuite elementare cu tranzistoare cu efect de câmp și bipolare.	2
13	Circuite elementare cu tranzistoare cu efect de câmp și bipolare (cont').	2
14	Circuite elementare cu tranzistoare cu efect de câmp și bipolare (cont').	2
<b>Total:</b>		28



### Bibliografie:

1. G. Dima – Electron Devices, Seminar notes (electronic / Moodle), 2011.
2. D. Dascălu et al., Dispozitive și Circuite Electronice – Probleme, Ed. Didactica și Pedagogică, 1982.
3. G. Brezeanu, G. Dilimoț, F. Mitu, F. Drăghici, Dispozitive electronice-Probleme, Ed. Rosetti Educațional, București, 2009.
4. I. Rusu, F. Babarada, F. Drăghici, Dispozitive Electronice - Îndrumar de Laborator, Editura Rosetti Educațional, București, 2011, ISBN 978-973-7881-71-7.
5. R. Muller, T. Kamins, Devices Electronics for Integrated Circuits, Wiley and Sons, New York, 1988.
6. R. F. Pierret, G. W. Neudeck, Modular Series on Solid State Devices, Addison – Wesley, New York, 1990.
7. C.G. Fonstad, Microelectronic Devices and Circuits, McGraw-Hill, 1994.
8. A. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 5th Edition, Oxford University Press, 2004.
9. S.M. Sze, K.W. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd edition, Wiley Interscience, New Jersey, USA, 2007.
10. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog IC's, 5th Edition, J. Wiley & Sons, 2009.
11. T.L. Floyd, Electronic Devices- Electron Flow Version, 9th edition, Prentice Hall, 2012.
12. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd Edition, McGrawHill, 2013.
13. Elettronica Veneta SPA, Power Supply Unit, mod. PSLC/EV, Teacher/Student handbook, Treviso, Italy, 2008.
14. Elettronica Veneta SPA, Electronic Devices and Circuits Mod. MCM3/EV, Volume 1/2, Theory and Experiments, Teacher/Student manual, "Final English version provided by Cambridge Open Learning", Treviso, Italy, 2008.
15. Elettronica Veneta SPA, Electronic Devices and Circuits Mod. MCM3/EV, Volume 2/2, Service Manual, Teacher manual, Treviso, Italy, 2008.
16. Elettronica Veneta SPA, Electronic Devices and Circuits Mod. MCM4/EV, Volume 1/2, Theory and Experiments, Teacher/Student manual, "Final English version provided by Cambridge Open Learning" Treviso, Italy, 2008.
17. Elettronica Veneta SPA, Electronic Devices and Circuits Mod. MCM4/EV, Volume 2/2, Service Manual, Teacher manual, Treviso, Italy, 2008.

### 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 privind funcționarea joncțiunii pn și a tranzistorului TEC-J, a modului de aplicare a teoriei la probleme specifice și însușirea și folosirea parametrilor de model și circuitelor echivalente stabilite pentru diode și TEC-J.	Un test scris de verificare, susținut la mijlocul semestrului. Se acoperă 50% din materie prin subiecte teoretice și probleme ce evidențiază folosirea semiconductorilor în fabricarea dispozitivelor electronice și funcționarea joncțiunii pn și a diodelor și TEC-J în circuite electronice specifice.	30%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale, a modului de aplicare a teoriei la probleme specifice și însușirea și folosirea parametrilor de model și circuitelor echivalente stabilite pentru tranzistoare MOS și bipolare.	Examen final susținut în sesiune. Acest examen, prin subiecte teoretice și probleme, verifică cunoștințele referitoare la tranzistoare MOS și bipolare și funcționarea acestora în etaje de amplificare	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Seminar - Insușirea și folosirea în circuite specifice a modelelor stabilite pentru diode, tranzistoare cu efect de câmp și bipolare.	Două teste scrise de verificare, de ponderi egale, susținute la date fixate la începutul semestrului. Notarea studenților care participă activ (la tablă) la rezolvarea problemelor propuse.	20%
	Laborator – Cunoașterea tehnicilor de măsură a parametrilor electrici de bază ai dispozitivelor electronice active fundamentale: diode și tranzistoare. Cunoașterea modului de lucru a programelor soft de caracterizare și analiză a dispozitivelor semiconductoare.	Colocviu final de laborator, cuprinzând o probă teoretică și una practică. La fiecare ședință de laborator fiecare student este notat în funcție de implicarea în procesul de măsurători și funcție de rezultatele experimentale/simulate obținute.	10%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total aferent fiecărei activități: pentru seminar - 10 puncte din 100, pentru laborator - 5 puncte din 100, pentru verificarea pe parcurs - 15 puncte din 100 și pentru examenului final - 20 puncte din 100.			

**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 (SEÎS)**





**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației**



Dispozitive electronice este o disciplină fundamentală pentru un specialist în inginerie electrică și electronică. Progresele majore și dinamica circuitelor integrate – ce explică realizările fără egal din lumea calculatoarelor, a comunicațiilor mobile sau a sistemelor electronice audio și video - au fost posibile prin cunoașterea profundă a fizicii și electronicii dispozitivelor semiconductoare. La acest curs sunt ilustrate prin date numerice și comentarii performanțele, comportarea electrică, modele și circuite echivalente pentru diode, tranzistoare cu efect de câmp și bipolare și modul lor de folosire în circuit. O atenție deosebită se acordă etajelor de amplificare. Printr-o selecție profesionistă a cunoștințelor importante, de imediată actualitate sau etern valabile se asigură studenților o pregătire științifică și tehnică completă, care le permite angajarea rapidă, după absolvire, în orice companie de electronică, telecomunicații sau tehnologia informației. Se respectă astfel politica Universității Politehnica din București de promovare a disciplinelor strâns legate de cerințele unei industrii de vârf cum este microelectronica.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof. Dr. Gabriel Dima

Prof. Dr. Gabriel DIMA

Sl. Dr. Laurentiu TEODORESCU

Data avizării în departament

Director de departament

22.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea