



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN,

Directoare I.P. Centrul de Excelență în Energetică și
Electronică



"03" iunie 2024

Curriculum la disciplina

F.04.O.012 Dispozitive electronice

Specialitatea: 0714.4 Electronică

Calificarea: 0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică

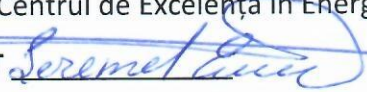
Chișinău 2024

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului „Consolidarea sistemului de învățământ profesional tehnic din Republica Moldova” (CONSEPT 5), cu sprijinul financiar al Fundației Liechtenstein Development Service (LED).



Aprobat la:

Consiliul metodic-științific al I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 22.11.2023, directoare **Mariana BARLADEAN** 

Ședința Catedrei Electronice a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 10.10.2023, șef catedră Electronică **Emil ȘEREMET** 

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, **Nicolae ABABIL**, conf. univ., dr., Prodecan al Facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică 

Autori:

- 1) Ion GRIGORAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire practică și de producere, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 2) Gheorghe ZVEZDENCO, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 3) Mihail MUNTEAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef Catedra de calculatoare, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 4) Emil ȘEREMET, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, șef Catedra de electronică, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 5) Lorina VLAS, profesor discipline de specialitate, grad didactic II, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Coordonatori de proces:

- 1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial doi, grad didactic superior
- 2) Aurelia VARTIC, manager proiect CONSEPT, Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare”

Recenzenți:

- 1) Ruslan CUNUP, administrator, STEINEL IMMOBILEN UND MANAGEMENT SRL
- 2) Alexandru MOTROI, director tehnic, Întreprinderea Tehnico-Științifică INFORMBUSINESS SRL

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic:

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>

Cuprins

I. Preliminarii	4
II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională.....	4
III. Finalități de învățare specifice disciplinei	5
IV. Administrarea disciplinei.....	6
V. Unitățile de învățare	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....	9
VII. Studiu individual ghidat de profesor.....	10
VIII. Lucrările de laborator/practice recomandate	12
IX. Sugestii metodologice	12
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării	13
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu.....	14
XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....	14

I. Preliminarii

Curriculumul pentru disciplina *Dispozitive electronice* este elaborat în baza *Standardului de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 1308/2023, precum și a Planului de învățământ aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023, cu modificările ulterioare în baza Ordinului MEC 768/2024 *Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar*. Disciplina *Dispozitive electronice* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională „Electronică și automatică” și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul disciplinei *Dispozitive electronice* este formarea cunoștințelor cu privire la structura și parametrii componentelor electronice cu semiconductori, precum și a abilităților de utilizare a acestora în circuitele electronice.

Dispozitive electronice este o disciplină indispensabilă oricărui specialist din domeniul tehnic pentru a-i permite interpretarea corectă, unitară și obiectivă a elementelor privind structura, proprietățile, controlul și exploatarea oricărui produs tehnic.

Pentru demararea procesului instructiv la disciplina *Dispozitive electronice* sunt necesare cunoștințele dobândite la disciplinele fizică, matematică, chimie, precum și la următoarele unități de curs:

F.02.O.008 Materiale, componente și circuite pasive;

F.03.O.009 Electrotehnica;

F.03.O.010 Desen tehnic;

F.04.O.011 Măsurări electrice și electronice.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la disciplina *Dispozitive electronice* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și rezultatele învățării ce trebuie atinse, exprimate prin cunoștințe și aptitudini. Prin studierea disciplinei *Dispozitive electronice* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- stimularea curiozității pentru investigarea unor fenomene sau procese;
- dezvoltarea și manifestarea gândirii autonome, critice și creative în domeniul tehnic;
- respectarea standardelor referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- conștientizarea importanței aplicării în practică a materiei studiate.

Studierea disciplinei *Dispozitive electronice* contribuie la formarea cunoștințelor și abilităților elevilor cu privire la utilizarea dispozitivelor electronice, citirea marcajelor, identificarea și distingerea simbolurilor componentelor electronice cu semiconductori.

Dispozitive electronice este una din disciplinele de bază care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:

F.05.O.013 Circuite electronice;
 F.06.O.014 Circuite digitale și analogice;
 S.07.O.018 Electronica industrială;
 S.07.O.019 Televiziune;
 S.07.O.021 Optoelectronica;
 S.07.O.023 Software în specialitate;
 S.08.O.024 Electronica de putere;
 F.08.O.016 Fiabilitatea componentelor electronice;
 S.08.O.026 Radiocomunicații;
 P.04.O.002 Practica la calculator;
 P.04.O.003 Practica de măsurări electrice și electronice;
 P.06.O.004 Practica de exploatare.

III. Finalități de învățare specifice disciplinei

Disciplina *Dispozitive electronice* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, care, la rândul lor, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standardul ocupațional:

Rezultate ale învățării (RÎ) din standardul de calificare	Competențe profesionale (CP) din standardul ocupațional
RÎ3: Absolventul poate opera cu utilaje și aparate de măsură și control (AMC), respectând instrucțiunile din documentația tehnică.	CP3. Folosirea utilajelor, componentelor electronice și AMC-urilor
RÎ4: Absolventul poate executa reprezentări grafice ale componentelor electronice, scheme electronice, scheme de conexiuni.	CP4. Participarea la procesul de proiectare a schemelor electronice
RÎ5: Absolventul poate aplica tehnologii electronice, gestionând eficient materialele și componentele electronice și respectând instrucțiunile din documentația tehnică. RÎ6: Absolventul poate asambla componentele electronice pe plăci cu cablaj imprimat în baza documentației tehnice.	CP5. Producerea echipamentelor electronice

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 3, 4, 5, 6 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea disciplinei *Dispozitive electronice*, elevii vor fi capabili:

- să verifice parametrii elementelor electronice, utilizând AMC-uri și respectând regulile de securitate electrică;
- să distingă reprezentările grafice ale componentelor electronice;
- să noteze elementele de bază ale componentelor electronice;
- să reprezinte grafic conexiunile elementelor circuitului electronic, respectând normele tehnice;
- să aplice instrumente software la reprezentarea grafică a circuitelor electronice;
- să diferențieze materialele semiconductoare;
- să caracterizeze proprietățile materialelor semiconductoare;
- să specifice destinația materialelor semiconductoare;
- să identifice componentele electronice în funcție de aspectul fizic, simbol și marcaj;
- să distingă parametrii componentelor electronice;
- să explice principiul de funcționare al componentelor electronice;
- să respecte condițiile de păstrare și manipulare a componentelor.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Laborator			
IV	90	31	14	45	examen	3

V. Unitățile de învățare

Aptitudini	Unități de conținut
1. Materiale semiconductoare	
- Definirea materialelor semiconductoare - Caracterizarea procesului de conducție în materialele semiconductoare intrinseci - Explicarea modului de obținere a semiconductorilor de tip <i>n</i> și <i>p</i> - Definirea joncțiunii p-n - Explicarea modului de obținere a joncțiunii p-n - Distingerea tipurilor de polarizare a joncțiunii p-n	1.1. Materiale semiconductoare. Tipuri. Conducția în semiconductoare. Semiconductoare de tip <i>n</i> și de tip <i>p</i> 1.2. Formarea joncțiunii p-n. Polarizarea directă a joncțiunii p-n. Polarizarea inversă a joncțiunii p-n

Aptitudini	Unități de conținut
2. Diode semiconductoare	
- Identificarea părților componente ale diodelor - Distingerea simbolurilor diodelor - Distingerea tipurilor de polarizare a diodei - Descrierea parametrilor diodei - Explicarea principiului de funcționare al diodelor	2.1. Structura și simbolul diodei. Polarizarea diodelor. Parametrii caracteristici diodelor 2.2. Funcționarea diodelor: redresoare; stabilizatoare (Zener); de comutație; cu contact punctiform; varicap; tunel; Gunn; pin
3. Tranzistoare bipolare	
- Identificarea părților componente ale tranzistorului bipolar - Distingerea simbolurilor tranzistorului bipolar (TB) - Explicarea regimurilor de funcționare ale TB - Descrierea parametrilor tranzistorului bipolar - Identificarea funcțiilor TB - Distingerea schemelor de conectare a TB - Conectarea TB în schemele electronice - Identificarea defectelor în circuitele cu TB - Remedierea defectelor circuitelor cu tranzistoare	3.1. Structura și simbolul tranzistorului bipolar. Funcționarea tranzistorului bipolar. Parametrii și caracteristicile tranzistorului bipolar. Funcțiile tranzistorului bipolar 3.2. Conexiunile tranzistorului bipolar (bază comună; emitor comun; colector comun) 3.3. Polarizarea tranzistorului bipolar: punctul static de funcționare (psf); polarizarea cu divizor rezistiv; polarizarea cu două surse de tensiune 3.4. Depanarea circuitelor cu tranzistoare: defecte interne ale tranzistorului bipolar; defecte ale circuitelor de polarizare
4. Tranzistoare unipolare, unijonțiune	
- Identificarea părților componente ale TEC-J - Distingerea simbolurilor TEC-J - Explicarea regimurilor de funcționare ale TEC-J - Descrierea caracteristicilor TEC-J - Conectarea TEC-J în schemele electronice - Identificarea părților componente ale TEC-MOS - Distingerea simbolurilor TEC-MOS - Explicarea principiului de funcționare al TEC-MOS - Conectarea TEC-MOS în schemele electronice - Identificarea părților componente ale TUJ - Distingerea simbolurilor TUJ	4.1. Tranzistoare unipolare. Tipuri. Tranzistoare cu grilă jonțiune (TEC-J). Principiul de funcționare al tranzistoarelor TEC-J 4.2. Caracteristicile tranzistoarelor cu efect de câmp cu grilă jonțiune. Polarizarea tranzistoarelor TEC-J 4.3. Tranzistoare cu grilă izolată (TEC-MOS). Principiul de funcționare. Polarizarea dispozitivelor TEC-MOS 4.4. Structura tranzistorului unijonțiune (TUJ). Funcționarea și caracteristica statică a TUJ. Caracteristicile electrice specifice tranzistoarelor unijonțiune. Structura TUJ programabil

Aptitudini	Unități de conținut
- Explicarea principiului de funcționare al TUJ - Descrierea caracteristicilor TUJ - Identificarea părților componente ale TUJ programabil - Distingerea simbolurilor TUJ programabil - Explicarea principiului de funcționare al TUJ programabil	
5. Dispozitive optoelectronice	
- Definirea dispozitivelor fotodetectoare - Distingerea simbolurilor dispozitivelor fotodetectoare - Explicarea principiului de funcționare al dispozitivelor fotodetectoare - Descrierea caracteristicilor dispozitivelor fotodetectoare - Conectarea în circuit a dispozitivelor fotodetectoare - Definirea LED-ului - Identificarea simbolului LED-ului în circuitul electronic - Explicarea principiului de funcționare al LED-ului - Descrierea parametrilor electrici ai LED-ului - Conectarea în circuit a LED-ului - Distingerea tipurilor de celule de afișaj cu 7 segmente - Identificarea părților componente ale afișajului cu 7 segmente - Conectarea în circuit a afișajului cu 7 segmente - Definirea cuploarelor optice - Identificarea părților componente ale cuploarelor optice - Conectarea în circuit a cuploarelor optice - Explicarea principiului de funcționare al cuploarelor optice - Descrierea parametrilor optocuplorului	5.1. Dispozitive fotodetectoare. Fotodioda. Fototranzistorul. Funcționarea. Parametrii electrici 5.2. Dispozitive fotoemițătoare. Dioda luminescentă (LED). Funcționarea. Parametrii electrici 5.3. Celula de afișaj cu 7 segmente cu leduri. Structura. Conectarea în circuit 5.4. Cuploare optice. Structura. Tipuri constructive. Parametrii unui optocuplor
6. Dispozitive multijoncțiune	

Aptitudini	Unități de conținut
- Definirea dispozitivelor multijonctiune - Distingerea simbolurilor dispozitivelor multijonctiune - Descrierea parametrilor dispozitivelor multijonctiune - Explicarea principiului de funcționare al dispozitivelor multijonctiune - Conectarea în circuit a dispozitivelor multijonctiune	6.1. Dioda Shockley. Structura. Funcționarea diodei Shockley 6.2. Tiristorul. Structura. Parametrii electrice ai tiristorului. Funcționarea tiristorului. Diacul și triacul

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Laborator	
1.	Materiale semiconductoare	8	4	-	4
2.	Diode semiconductoare	18	4	6	8
3.	Tranzistoare bipolare	22	8	4	10
4.	Tranzistoare unipolare, unijonctiune	22	8	2	12
5.	Dispozitive optoelectronice	13	5	2	6
6.	Dispozitive multijonctiune	9	4	-	5
	Total	90	31	14	45

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Materiale semiconductoare		
1.1. Structura semiconductoarelor. Modelul benzilor energetice 1.2. Semiconductoare intrinseci și extrinseci 1.3. Particularitățile de bază ale materialelor semiconductoare 1.4. Joncțiunea p-n nepolarizată 1.5. Joncțiunea p-n polarizată	Studiu de caz	Prezentarea produsului final
2. Diode semiconductoare		
2.1. Verificarea și identificarea terminalelor unei diode 2.2. Funcționarea diodelor în circuite de curent continuu și alternativ	Studiu de caz	Prezentarea produsului final
3. Tranzistoare bipolare		
3.1. Calculul h-parametrilor tranzistorului bipolar (TB) 3.2. Calculul circuitelor de polarizare ale tranzistorului bipolar (TB)	Exercițiu rezolvat	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
4. Tranzistoare unipolare, unijoncțiune		
4.1. Parametrii tranzistoarelor cu efect de câmp (TEC) 4.2. Circuite de polarizare ale tranzistoarelor cu efect de câmp (TEC) 4.3. Caracteristicile tranzistoarelor cu efect de câmp cu grilă joncțiune 4.4. Polarizarea tranzistoarelor TEC-J 4.5. Încapsularea și identificarea terminalelor dispozitivelor TEC-J	Investigația	Prezentarea constatărilor și concluziilor, utilizând desene, grafice, diagrame, tabele

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
5. Dispozitive optoelectronice		
5.1. Parametrii diodei electroluminiscente (LED) și ai fotodiodei 5.2. Caracteristicile și parametrii fototranzistoarelor și fototiristoarelor 5.3. Optocuploare 5.4. Afișoare alfanumerice	Exercițiu rezolvat	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
6. Dispozitive multijonctiune		
6.1. Parametrii dinistorului și ai tiristorului 6.2. Diacul și triacul	Studiu de caz	Prezentarea produsului final

Notă: Termenele de efectuare a studiului individual ghidat de profesor vor fi specificate în planul de lungă durată.

VIII. Lucrările de laborator/practice recomandate

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore
1.	Diode semiconductoare	1) Conectarea diodei redresoare în circuitele de alimentare 2) Conectarea diodei Zener în circuite electronice	4
2.	Tranzistoare bipolare	3) Polarizarea tranzistorului bipolar cu divizor rezistiv 4) Conectarea tranzistorului bipolar în regim de amplificare	4
3.	Tranzistoare unipolare, unijonctiune	5) Conectarea tranzistorului cu efect de câmp în conexiune sursă comună (SC)	2
4.	Dispozitive optoelectronice	6) Conectarea LED-urilor în circuit	2
5.	Dispozitive multijonctiune	7) Utilizarea tiristorului la comanda circuitelor electronice	2
Total			14

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Dispozitive electronice* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire al acestora. Parcurgerea conținuturilor teoretice se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Disciplina *Dispozitive electronice* are o structură permeabilă, care poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi conținuturi sau aptitudini.

Se recomandă utilizarea, în procesul de predare, a exemplelor concrete și a studiilor de caz relevante, pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a demonstra aplicațiile practice ale componentelor semiconductoare. Aceasta va ajuta elevii să înțeleagă modul în care teoria se transpune în practică și cum cunoștințele se aplică în contexte specifice.

Promovați învățarea activă prin intermediul exercițiilor practice, al proiectelor și al experimentelor, al simulărilor sau al demonstrațiilor practice. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a conecta și de a testa dispozitivele electronice, de a rezolva probleme și de a explora aplicații concrete.

Furnizați resurse adecvate, cum ar fi manuale, materiale de laborator, software de simulare și alte instrumente necesare pentru elevi. Asigurați-vă că acestea sunt accesibile și că susțin procesul de învățare. Organizați vizite în teren, ca elevii să facă cunoștință cu mediul real de lucru.

Fiți la curent cu tendințele și descoperirile în tehnologiile și practicile din domeniul dispozitivelor semiconductoare (active) și înaintați propuneri de actualizare și adaptare a curriculumului.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Planificați evaluări formative și sumative ale rezultatelor învățării elevilor. Acestea pot include teste practice, proiecte, lucrări de laborator și sarcini de rezolvare a problemelor. Asigurați-vă că evaluările sunt aliniate cu obiectivele de învățare și că oferă un feedback valoros pentru îmbunătățirea performanței.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi efectuată în diverse moduri, în funcție de natura rezultatului scontat și de domeniul în care sunt aplicate. Iată câteva sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.

Solicitați elevilor să efectueze proiecte practice, relevante pentru conținuturile disciplinei *Dispozitive electronice*. Acestea pot fi sarcini de rezolvare a problemelor și simulări ale circuitelor electronice. Evaluați rezultatele produse, procesul de lucru și abilitățile demonstrate în cadrul proiectului.

Solicitați elevilor să creeze portofolii care să evidențieze și să documenteze cunoștințele și abilitățile lor profesionale. Acestea pot include machete, proiecte, rapoarte, prezentări și alte dovezi concrete ale abilităților lor. Evaluați portofoliile pe baza calității și relevanței conținutului prezentat.

Propuneți studii de caz care să implice rezolvarea unor probleme specifice și aplicarea cunoștințelor profesionale relevante. Solicitați elevilor să analizeze, să evalueze și să prezinte soluții pentru situațiile propuse în studiile de caz. Evaluați capacitatea lor de a aplica cunoștințele teoretice într-un context practic.

Solicitați elevilor să prezinte și să argumenteze în mod oral abordări, rezultate sau soluții în fața unui public. Aceasta vă permite să evaluați abilitățile lor de comunicare, abilitățile de prezentare și capacitatea de a transmite informații și idei într-un mod coerent și persuasiv.

Solicitați elevilor să se autoevalueze și să reflecteze asupra propriilor competențe profesionale. Acest lucru poate fi realizat prin jurnale de reflecție, autoevaluări sau autoevaluări bazate pe criterii prestabilite.

Principalele produse, propuse elevilor pentru elaborare și evaluare, sunt:

- exercițiul,
- investigația,
- studiul de caz.

Produsele elaborate de elevi vor fi evaluate în baza următoarelor criterii:

- argumentarea metodelor de rezolvare selectate;
- corectitudinea rezultatelor și a constatărilor;
- modul de prezentare a rezultatelor;
- modul de interpretare a rezultatelor;
- compararea surselor de documentare utilizate;
- corectitudinea și acuratețea desenelor, graficelor, diagramelor, tabelelor executate;
- rezumarea constatărilor și deducerea concluziilor, raportate la ipotezele inițiale;

- modul de prezentare a produselor.

Evaluarea sumativă la disciplina *Dispozitive electronice* se desfășoară sub formă de examen scris. Testul docimologic va fi axat preponderent pe evaluarea domeniului cognitiv și va măsura gradul de atingere a rezultatelor învățării. Totodată, testul va include rezolvarea de probleme practice, analiza situațiilor-problemă.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Se recomandă ca disciplina *Dispozitive electronice* să fie predată în cabinete de specialitate din instituția de învățământ, amenajate și dotate cu echipament corespunzător.

Nr. crt.	Denumirea resursei	Nr. (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua Internet	1/elev
2.	Standuri specializate pentru studierea dispozitivelor electronice, conectate la surse de alimentare	1/3 elevi
3.	Multimetre	1/3 elevi
4.	Osciloscopuri	1/3 elevi
5.	Generatoare de semnal	1/3 elevi

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa
1.	T. L. Floyd, <i>Dispozitive electronice</i> . Teora, 2003.	Biblioteca, CEEE
2.	T. Dănilă, <i>Componente și circuite electronice</i> . București, 1989.	Biblioteca, CEEE
3.	S. Șișianu, <i>Comunicații prin fibre optice</i> . Chișinău, 2003.	Biblioteca, CEEE
4.	S. Ionel, <i>Introducere practică în electronică</i> . Timișoara, Editura de Vest, 1994.	Biblioteca, CEEE
5.	S. Lungu, <i>Electronica pentru subingineri</i> . București, 1981.	Biblioteca, CEEE
6.	С. Зи, <i>Физика полупроводниковых приборов</i> . Москва, 1984.	Biblioteca, CEEE