



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN,

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



"03" iunie 2024

Curriculum la disciplina F.05.O.013 Circuite 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 ABABII**, 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	9
VIII. Lucrările de laborator/practice recomandate	10
IX. Sugestii metodologice.....	11
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	11
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	13

I. Preliminarii

Curriculumul pentru disciplina *Circuite 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 *Circuite electronice* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională „Electronică și automată” și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul disciplinei este dobândirea de către elevi a cunoștințelor cu privire la funcționarea circuitelor electronice, precum și obținerea deprinderilor practice necesare realizării și depănării schemelor electronice de bază.

Circuite electronice este disciplina 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 *Circuite electronice* sunt necesare cunoștințele dobândite la disciplinele fizică, matematică, 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

F.04.O.012 Dispozitive electronice

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la disciplina Circuite electronice reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile de învățare și rezultatele învățării ce trebuie atinse la disciplină, exprimate în cunoștințe și aptitudini.

Prin studierea disciplinei *Circuite 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 în vigoare referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- dezvoltarea și manifestarea simțului estetic în designul industrial;
- conștientizarea aplicării în practică a materiei studiate.

Studierea acestei discipline contribuie la formarea cunoștințelor, abilităților profesionale ale elevilor cu privire la citirea, reprezentarea și înțelegerea principiului de funcționare a circuitelor electronice, cu referire, în special, la asamblarea și depănarea circuitelor electronice.

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

F.06.O.014 Circuite digitale și analogice

F.08.O.016 Fiabilitatea componentelor electronice

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

S.08.O.026 Radiocomunicații

P.06.O.004 Practica de exploatare

P.07.O.005 Practica tehnologică

III. Competențele profesionale specifice disciplinei

Disciplina *Circuite 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
Rî7: Absolventul poate diagnostica echipamentele electronice în baza instrucțiunilor tehnice, normelor și standardelor naționale/internaționale.	CP6. Verificarea echipamentelor electronice

RÎ8: Absolventul poate asigura funcționalitatea echipamentelor electronice, întocmind raportul de analiză privind starea tehnică a acestora.	CP7. Asigurarea funcționalității echipamentelor electronice
RÎ9: Absolventul poate executa lucrări de mentenanță și de reparație a echipamentelor electronice conform planului stabilit și instrucțiunilor tehnice.	CP8. Remedierea defectăunilor CP9. Executarea lucrărilor de mentenanță

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea disciplinei *Circuite 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 identifice componentele electronice în funcție de aspectul fizic, simbol și marcaj;
- să reprezinte grafic conexiunile elementelor circuitului electronic, respectând normele tehnice;
- să aplice instrumente software la reprezentarea grafică a circuitelor electronice;
- 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	Contact direct		Studiul individual		
		Teorie	Laborator			
V	90	44	16	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Aptitudini	Unități de conținut
1. Amplificatoare cu tranzistoare	
- Definirea amplificatorului electronic; - clasificarea amplificatoarelor; - identificarea elementelor de circuit ale unui amplificator de semnal mic; - descrierea parametrilor amplificatoarelor;	1.1. Amplificatoare. Destinația. Tipuri de amplificatoare 1.2. Schema electrică principală a amplificatorului de semnal mic 1.3. Parametrii amplificatoarelor cu tranzistoare bipolare (TB)

Aptitudini	Unități de conținut
- explicarea principiului de funcționare al amplificatoarelor cu: emitor comun, colector comun, bază comună; - distingerea valorilor parametrilor amplificatoarelor cu: emitor comun, colector comun, bază comună; - descrierea principiului de funcționare al amplificatorului diferențial; - explicarea principiului de funcționare al amplificatorului cu două etaje; - depanarea amplificatorului cu două etaje; - calcularea parametrilor amplificatorului în clasă A; - explicarea principiului de funcționare al amplificatoarelor în contratimp; - explicarea principiului de funcționare al amplificatoarelor în clasa C și cu FET; - depanarea amplificatoarelor în clasa C; - calcularea câștigului în tensiune la amplificatoarele cu FET	1.4. Amplificatoare cu emitor comun. Schema electronică și rolul elementelor schemei. Mărimi caracteristice 1.5. Amplificatoare cu colector comun. Schema electronică și oscilograma semnalelor de intrare și de ieșire. Mărimi caracteristice 1.6. Amplificatoare cu bază comună. Schema electronică și oscilograma semnalelor de intrare și de ieșire. Mărimi caracteristice 1.7. Amplificatoare diferențiale. Principiul de funcționare 1.8. Amplificatoare cu două etaje. Principiul de funcționare 1.9. Amplificatoare de putere în clasa A. Calculul parametrilor unui amplificator de putere în clasa A 1.10. Amplificatoare în contratimp în clasa AB. Principiul de funcționare 1.11. Amplificatoare în clasa C. Funcționarea la rezonanță. Polarizarea cu circuit de axare 1.12. Amplificatoare cu tranzistoare cu efect de câmp (FET). Principiul de funcționare. Câștigul în tensiune
2. Stabilizatoare de tensiune	
- Definirea stabilizatorului de tensiune; - clasificarea stabilizatoarelor de tensiune; - explicarea principiului de funcționare al stabilizatoarelor de tensiune parametrice în raport cu variația tensiunii de intrare și cu variația curentului de sarcină; - calcularea limitei inferioare și superioare a tensiunii de intrare (U) ce poate fi stabilizată; - explicarea principiului de funcționare al stabilizatoarelor cu element de reglare serie și paralel; - descrierea schemei bloc a stabilizatorului de tensiune cu reacție; - determinarea valorii tensiunii stabilizate a stabilizatorului de tensiune cu amplificator de eroare;	2.1. Stabilizatoare de tensiune. Destinația. Tipuri de stabilizatoare 2.2. Stabilizatoare de tensiune parametrice. Funcționare în raport cu variația tensiunii de intrare și cu variația curentului de sarcină 2.3. Stabilizatoare de tensiune cu reacție fără amplificator de eroare. Stabilizator de tensiune cu element de reglare serie și cu element de reglare paralel 2.4. Stabilizatoare de tensiune cu reacție cu amplificator de eroare. Schema bloc. Principiul de funcționare 2.5. Stabilizatoare de tensiune integrate monolitice. Stabilizatoare de tensiune integrate din prima și a doua generație

Aptitudini	Unități de conținut
- identificarea elementelor de protecție a stabilizatorului de tensiune cu amplificator de eroare; - calcularea stabilizatorului de tensiune serie cu amplificator de eroare; - aplicarea stabilizatoarelor de tensiune monolitice în circuitele electronice	
3. Generatoare comandate	
- Definirea generatoarelor comandate; - distingerea circuitelor pentru formarea impulsurilor; - descrierea principiului de funcționare al circuitelor pentru formarea impulsurilor; - compararea circuitelor pentru generarea impulsurilor; - explicarea principiului de funcționare al circuitelor pentru generarea impulsurilor	3.1. Generatoare comandate. Destinația. Tipuri de generatoare comandate 3.2. Circuite pentru formarea impulsurilor: - circuite de limitare - circuite de derivare - circuite de integrare 3.3. Circuite pentru generarea impulsurilor: - circuite basculante astabile - circuite basculante monostabile - circuite basculante bistabile
4. Filtre și oscilatoare	
- Definirea filtrelor pasive; - clasificarea filtrelor pasive; - distingerea filtrelor pasive după schema electrică principală; - explicarea principiului de funcționare al filtrelor pasive; - compararea diagramelor filtrelor pasive; - utilizarea filtrelor în circuite electronice în funcție de destinația acestora; - definirea oscilatoarelor; - clasificarea oscilatoarelor; - distingerea oscilatoarelor sinusoidale și nesinusoidale; - explicarea principiului de funcționare al oscilatoarelor sinusoidale și nesinusoidale	4.1. Filtre pasive. Destinația. Tipuri de filtre. 4.2. Filtru trece-jos. Principiul de funcționare. Diagramele tensiunilor 4.3. Filtru trece-sus. Principiul de funcționare. Diagramele tensiunilor 4.4. Filtru trece-bandă. Principiul de funcționare. Diagramele tensiunilor 4.5. Filtru oprește-bandă. Principiul de funcționare. Diagramele tensiunilor 4.6. Oscilatoare sinusoidale. Destinația. Tipuri de oscilatoare. Parametri 4.7. Oscilatoare sinusoidale cu circuite de reacție RC și LC 4.8. Oscilatoare nesinusoidale: - generator de semnal triunghiular - generator de semnal rectangular - generator de semnal dinte de fereastră

VI. Repartizarea orientativa a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Laborator	
1.	Amplificatoare cu tranzistoare	26	12	6	8
2.	Stabilizatoare de tensiune	22	10	6	6
3.	Generatoare comandate	20	10	4	6
4.	Filtre și oscilatoare	22	12	-	10
	Total	90	44	16	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Amplificatoare cu tranzistoare		
1.1. Amplificatoare cu mai multe etaje cu TB 1.2. Depănarea amplificatoarelor cu TB 1.3. Amplificatoare de semnal mic cu FET 1.4. Amplificatoare cu FET 1.5. Amplificatoare cu sursa comună 1.6. Amplificatoare cu drena comună 1.7. Amplificatoare cu poarta comună	Investigația, cu includerea desenelor, graficelor, diagramelor, tabelor	Rezumarea și prezentarea constatărilor
2. Stabilizatoare de tensiune		
2.1. Stabilizarea tensiunii 2.2. Stabilizatoare serie elementare 2.3. Stabilizatoare paralel elementare 2.4. Stabilizatoare de tensiune integrate 2.5. Calcularea stabilizatorului de tensiune serie cu amplificator de eroare 2.6. Aplicații ale stabilizatoarelor de tensiune integrate	Exerciții rezolvate	Argumentarea metodei de rezolvare selectate și interpretarea rezultatelor
3. Generatoare comandate		
3.1. Circuite pentru formarea impulsurilor 3.2. Circuite de limitare 3.3. Circuite de derivare RC 3.4. Circuite de integrare RC	Studiu de caz	Prezentarea produsului final

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
3.5. Circuite pentru generarea impulsurilor		
4. Filtre și oscilatoare		
4.1. Filtre pasive 4.2. Modele de răspuns ale filtrelor 4.3. Determinarea răspunsului filtrelor 4.4. Aplicații ale filtrelor 4.5. Oscilatoare cu circuite de reacție RC 4.6. Oscilatoare cu circuite de reacție LC 4.7. Circuitul PLL (<i>phase locked loop</i>) (bucă cu blocare de fază) 4.8. Aplicații ale oscilatoarelor	Exerciții rezolvate	Argumentarea metodei de rezolvare selectată și interpretarea rezultatelor

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 de laborator	Ore
1.	Amplificatoare cu tranzistoare	1. Asamblarea amplificatorului cu tranzistor în conexiunea emitor comun 2. Asamblarea amplificatorului cu tranzistor în conexiunea bază comună și colector comun 3. Asamblarea amplificatorului cu FET	6
2.	Stabilizatoare de tensiune	4. Asamblarea stabilizatorului de tensiune parametric 5. Asamblarea stabilizatorului de tensiune cu reacție cu amplificator de eroare 6. Asamblarea stabilizatorului de tensiune reglabilă cu circuit integrat	6
3.	Generatoare comandate	7. Asamblarea unui circuit basculant astabil 8. Asamblarea unui circuit basculant monostabil	4
Total			16

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Circuite electronice* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire. Parcurgerea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme va fi decis de cadrele didactice care predau conținutul disciplinei, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe dobândite de elevi anterior, de complexitatea materialului didactic utilizat și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către grupul instruit. Disciplina *Circuite electronice* are o structură flexibilă, care permite încorporarea noilor conținuturi dacă acestea sunt solicitate.

Folosiți exemple concrete și studii de caz relevante pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a demonstra aplicațiile practice ale circuitelor electronice. Aceasta va ajuta elevii să înțeleagă modul în care teoria se traduce în realitate și să aplice cunoștințele în contexte specifice.

Promovați învățarea activă prin intermediul exercițiilor practice, al lucrărilor de laborator, al proiectelor și al experimentelor. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a construi și de a testa circuitele liniare, de a rezolva probleme și de a explora aplicații concrete.

Încurajați colaborarea și lucrul în echipă în timpul proiectelor și al activităților practice. Lucrările de laborator sunt adesea un efort colectiv, iar lucrul în echipă poate îmbunătăți capacitatea elevilor de a rezolva probleme complexe și de a-și comunica ideile.

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.

Fiți la curent cu tendințele și descoperirile în domeniu pe măsură ce tehnologiile și practicile evoluează și fiți deschiși pentru actualizarea și adaptarea curriculumului la contextul respectiv.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea rezultatelor învățării este implicită demersului pedagogic și urmărește măsura în care au fost dobândite cunoștințele și formate deprinderile. Evaluarea permite atât profesorului, cât și elevului să cunoască nivelul de dobândire a cunoștințelor și deprinderilor, să identifice lacunele și cauzele lor, să fie efectuat un feedback eficient în vederea reglării procesului de predare-învățare.

Evaluarea continuă/formativă a cunoștințelor elevilor va fi efectuată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării scontate. În calitate de metode de evaluare, se recomandă:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor,
- autoevaluarea cu urmărirea progresului personal,
- metoda exercițiilor practice,
- investigația.

De asemenea, lucrările de laborator ce dezvoltă capacități și aptitudini de analiză și evidență, de utilizare corespunzătoare a bibliografiei, a materialelor și a instrumentelor vor servi și ca metode de evaluare continuă.

În calitate de instrumente de evaluare, pot fi folosite:

- fișe de observație;
- fișe cu întrebări tip grilă, întrebări cu alegere multiplă, întrebări de completare;
- fișe de autoevaluare.

Pentru evaluarea rezultatelor învățării, elevii vor elabora și vor prezenta următoarele produse:

- desene, grafice, diagrame, tabele cu informații despre circuitele electronice;
- seturi de exerciții rezolvate;
- circuite electronice funcționale.

Criterii de evaluare a produselor:

- desenele, graficele, diagramele – executate cu acuratețe și cu grad înalt de precizie;
- tabelele sunt completate cu informații relevante și complete;
- constatările și concluziile sunt valide, exprimate succint și raportate la ipoteza inițială;
- metodele de rezolvare sunt selectate și aplicate corespunzător scopului;
- calculele sunt efectuate corect;
- rezultatele obținute sunt argumentate și interpretate corect.

Evaluarea sumativă va fi proiectată astfel, încât să asigure dovezi și informații relevante despre achizițiile elevilor în termeni de cunoștințe și abilități în baza unor criterii definite.

La elaborarea sarcinilor/itemilor de evaluare formativă și sumativă, profesorul va ține cont de rezultatele învățării specifice modulului.

Evaluarea sumativă va fi organizată sub formă de examen, prin susținerea probei teoretice (test scris sau asistat de calculator).

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Nr. crt.	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1/elev
2.	Standuri specializate pentru studierea circuitelor electronice	1/elev
3.	Voltmetru	1/elev
4.	Ampermetru	1/elev
5.	Wattmetru	1/elev
6.	Ohmmetru	1/elev
7.	Generatoare de semnale	1/elev

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	C. Rusu, <i>Circuite electronice</i> , Bistrița, 2017.	https://eprof.ro/docs/electronica/carti/auxiliar-circuite-electronice.pdf	-
2.	T. L. Floyd, <i>Dispozitive electronice</i> , Teora, 2003.	CEEE	1
3.	T. Dănilă, <i>Componente și circuite electronice</i> , București, 1989.	CEEE	3
4.	S. Ionel, <i>Introducere practică în electronică</i> , Timișoara, Editura de Vest, 1994.	CEEE	1
5.	S. Lungu, <i>Electronica pentru subingineri</i> , București, 1981.	http://www.cetti.ro/v2/ccp.php	-