



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 modulul

S.08.O.024 Electronica de putere

Specialitatea: **0714.4 Electronică**

Calificarea: **0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică**

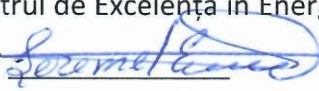
Chișinău 2024

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).

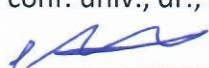


Aprobat la:

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) Gheorghii 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 modulului pentru dezvoltarea profesională.....	4
III. Finalități de învățare specifice modulului	5
IV. Administrarea modulului.....	6
V. Unitățile de învățare.....	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	7
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate	8
IX. Sugestii metodologice.....	9
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	9
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	11
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	12

I. Preliminarii

Curriculumul pentru modulul *Electronica de putere* 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 nr. 768/2024 „Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar”. Modulul *Electronica de putere* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională Electronică și automatică și face parte din componenta de specialitate a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul modulului este formarea cunoștințelor și abilităților cu privire la conversia energiei electrice în diferite forme, cum ar fi de la curent continuu la curent alternativ și invers, în aplicații electronice pentru asigurarea mentenanței elementelor din circuitele electronice de putere: redresoare, convertoare de curent alternativ, convertoare de curent continuu, invertoare, circuite de comandă.

Electronica de putere este un modul necesar oricărui specialist din domeniul tehnic care este responsabil de deservirea utilajelor moderne, îndeosebi de alimentarea și controlul echipamentelor electronice, de la dispozitive mici la echipamente industriale mari. La fel, modulul *Electronica de putere* este indispensabil specialiștilor axați pe creșterea eficienței energetice prin dezvoltarea dispozitivelor și a sistemelor care permit conversii de energie mai eficiente între diferite forme și pe eficientizarea surselor regenerabile de energie, cum ar fi energia solară și cea eoliană etc.

Pentru studierea modulului *Electronica de putere*, sunt necesare cunoștințele dobândite la fizică și la următoarele unități de curs:

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

F.03.O.009 Electrotehnică

F.04.O.011 Măsurări electrice și electronice

F.04.O.012 Dispozitive electronice

F.05.O.013 Circuite electronice

F.07.O.015 Securitatea și sănătatea în muncă

S.07.O.020 Sisteme electronice programabile

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la modulul *Electronica de putere* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și performanțele ce trebuie atinse la modul, exprimate în rezultate ale învățării.

Prin studierea modulului *Electronica de putere* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- dezvoltarea și manifestarea gândirii autonome, critice și de luare a deciziilor în domeniul tehnic;
- respectarea standardelor referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- dezvoltarea unei atitudini responsabile față de mediu prin înțelegerea impactului tehnologiilor electronice asupra resurselor și mediului înconjurător.

Studierea acestui modul contribuie la formarea cunoștințelor, abilităților și deprinderilor elevilor cu privire la executarea lucrărilor de mentenanță în electronica de putere.

Electronica de putere este unul din modulele de bază care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:

S.08.O.025 Diagnosticarea și testarea echipamentelor electronice

S.08.O.027 Modelarea sistemelor electronice

P.08.O.006 Practica ce anticipează probele de absolvire nr. 1

P.08.O.007 Practica ce anticipează probele de absolvire nr. 2

III. Finalități de învățare specifice modului

Modulul *Electronica de putere* 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 defecțiunilor. 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 *Electronica de putere*, elevii vor fi

capabili:

- să aplice elemente pasive și active în funcție de specificul tehnologic și de condițiile de funcționare a circuitului electronic;
- să execute lucrări de mentenanță a convertoarelor, a invertoarelor de tensiune în scheme electrice.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Laborator			
VIII	60	30	10	20	examen	2

V. Unitățile de învățare

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
1. Elemente pasive și active de putere		
RÎ1. Aplicarea elementelor pasive și active în funcție de specificul tehnologic și de condițiile de funcționare a circuitului electronic	1.1. Elemente pasive de putere (rezistoare, condensatoare, bobine, circuite snubber). Clasificare, simboluri grafice, caracteristicile, parametrii de bază și marcarea 1.2. Elemente de putere active (dioda semiconductoare, varicapul, dioda Zener, tranzistorul bipolar, tranzistorul cu efect de câmp, module IGBT și MOSFET). Clasificarea, simbolul, caracteristicile, parametrii de bază și marcarea 1.3. Redresorul. Tipuri. Caracteristici. Principiul de funcționare. Aplicații	1. Distingerea elementelor de putere pasive 2. Măsurarea parametrilor elementelor de putere pasive, utilizând AMC-uri 3. Diagnosticarea elementelor de putere pasive 4. Aplicarea elementelor de putere pasive în funcție de tehnologia acestora 5. Distingerea elementelor de putere active 6. Măsurarea parametrilor elementelor de putere active, utilizând AMC-uri 7. Diagnosticarea elementelor de putere active 8. Aplicarea elementelor de putere active în funcție de tehnologia acestora 9. Asamblarea unui redresor în funcție de tip și aplicație 10. Măsurarea parametrilor redresoarelor, utilizând AMC-uri

		11. Remedierea defecțiunilor tehnice identificate în funcționarea redresoarelor, respectând normele SSM și de protecție a mediului 12. Aplicarea redresoarelor în funcție de tehnologia acestora
2. Convertoare și invertoare de tensiune		
Rî2. Mentenanța convertoarelor și invertoarelor de tensiune în scheme electrice	2.1. Convertoare. Definiție. Tipuri. Caracteristici. Principiul de funcționare. Domenii de utilizare 2.2. Invertoare. Definiție. Tipuri. Caracteristici. Principiul de funcționare. Domenii de utilizare	1. Distingerea convertoarelor 2. Clasificarea convertoarelor 3. Remedierea defecțiunilor tehnice identificate în funcționarea convertoarelor, respectând normele SSM și de protecție a mediului 4. Măsurarea parametrilor convertoarelor, utilizând AMC-uri 5. Specificarea domeniilor de utilizare a convertoarelor 6. Distingerea invertoarelor 7. Clasificarea invertoarelor 8. Remedierea defecțiunilor tehnice identificate în funcționarea invertoarelor, respectând normele SSM și de protecție a mediului 9. Măsurarea parametrilor invertoarelor, utilizând AMC-uri 10. Specificarea domeniilor de utilizare a invertoarelor

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total ore	Contact direct		Lucrul Individual
			Teorie	Laborator	
1.	Elemente de putere pasive și active	32	14	6	12
2.	Convertoare și invertoare de tensiune	28	16	4	8
	Total	60	30	10	20

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Elemente de putere pasive și active		
1.1. Elemente de putere pasive (rezistoare, condensatoare, bobine, circuite snubber). Aplicații 1.2. Elemente de putere active (dioda semiconductoare, varicapul, dioda Zener, tranzistorul bipolar, tranzistorul cu efect de câmp, module IGBT și MOSFET). Aplicații 1.3. Redresorul. Redresor trifazat necomandat ideal. Redresoare trifazate comandate. Redresor trifazat în punte semicomandat cu sarcină pur rezistivă. Redresor monofazat monoalternanță comandat. Aplicații 1.4. Blocul de comandă a circuitelor de putere 1.5. Circuite de interfață între circuitul de comandă și circuitul de forță 1.6. Circuit pentru comanda în fază a tiristoarelor și a triacelor 1.7. Comanda dispozitivelor electronice de putere în comutație prin modulare în durată	Exerciții rezolvate	Interpretarea și prezentarea rezultatelor
2. Convertoare și invertoare de tensiune		
2.1. Convertoare. Variator de curent alternativ. Modificarea frecvenței tensiunii alternative. Surse de tensiune continuă stabilizată care lucrează în comutație. Convertoare de curent continuu în curent continuu. Convenția sursă-generator și sarcină-consumator. Stabilizatoare de tensiune continuă. Domenii de utilizare 2.2. Invertoare. Invertoare DC-AC. Invertoare DC-DC. Circuite de comutație pentru invertoare cu tiristoare. Invertoare trifazate în punte. Domenii de utilizare	Schema electrică principală executată	Prezentarea schemei

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor de laborator	Ore
1. Elemente de putere pasive și active	1) Încercarea diodelor semiconductoare în circuite electronice de putere 2) Încercarea tranzistoarelor în circuite electronice de putere	6

		3) Încercarea multiplicatoarelor de frecvență în circuite electronice de putere	
2. Convertoare și de invertoare tensiune		4) Conectarea stabilizatorului de tensiune continuă cu element de reglare serie 5) Conectarea circuitelor de comutație pentru invertoare cu tiristoare	4
Total			10

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile modului *Electronica de putere* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul cunoștințelor de specialitate dobândite.

Parcursul conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modului, în funcție de dificultatea temelor, de complexitatea materialului didactic utilizat și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi.

Structurați conținutul unității de curs într-o manieră logică și progresivă. Acordați timp suficient pentru temele esențiale care vizează componentele sistemelor electronice de putere, conectarea și diagnosticarea componentelor electronice de putere în circuite.

Folosiți exemple concrete și situații reale pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a demonstra aplicațiile practice ale componentelor electronice de putere. 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. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a monta și a conecta circuite electronice similare utilizate în industrie.

Încurajați colaborarea și lucrul în echipă în timpul lucrărilor de laborator, care 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, 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 noile descoperiri în domeniu și fiți deschiși pentru actualizarea și adaptarea documentelor curriculare pe măsură ce tehnologia și practicile din domeniul electronicii evoluează.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea rezultatelor învățării este implicită demersului didactic și urmărește măsura în care au fost dobândite cunoștințele și formate deprinderile. Evaluarea permite atât profesorului, cât și elevului să cunoască nivelul de achiziționare a deprinderilor și cunoștințelor, să identifice lacunele și cauzele lor, să regleze procesul de predare-învățare în urma unui feedback eficient. Evaluarea

continuă a elevilor va fi efectuată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare deprinderilor vizate, iar ca metode de evaluare, recomandăm:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, care permite evaluarea capacităților elevilor față de o sarcină dată;
- autoevaluarea, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns;
- metoda exercițiilor practice, care presupune operaționalizarea conceptelor însușite, urmată de formarea abilităților (priceperilor și deprinderilor) de utilizare a acestora în vederea soluționării unor aspecte educaționale;
- metoda lucrărilor de laborator, care oferă evaluarea cunoștințelor dobândite în timpul orelor de teorie, dar și a deprinderilor și abilităților de analiză și de rezolvare a problemelor legate de materialul studiat, de utilizare corespunzătoare a bibliografiei, a materialelor și a instrumentelor de lucru.

În calitate de instrumente de evaluare, pot fi folosite:

- fișe de observație;
- fișe de autoevaluare;
- teste cu itemi de completare, itemi cu răspuns scurt, itemi cu alegere multiplă, itemi cu alegere duală, itemi de asociere, itemi de tip întrebări structurate, itemi de tip rezolvare de probleme.

Pentru demonstrarea rezultatelor învățării, pe parcursul programului vor fi efectuate lucrări de laborator, axate pe evaluarea abilităților de încercare, de conectare și de mentenanță a elementelor de putere și a convertoarelor și invertoarelor de tensiune, care includ următoarele:

- încercarea diodelor semiconductoare;
- încercarea tranzistoarelor;
- încercarea multiplicatoarelor;
- conectarea stabilizatorului de tensiune;
- conectarea circuitelor de comutație.

Criteriile de evaluare a sarcinilor propuse pentru măsurarea rezultatelor învățării sunt:

- corectitudinea încercărilor;
- corespunderea cu specificațiile tehnice;
- ridicarea corectă a datelor;
- prezentarea caracteristicilor;
- respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- productivitatea muncii;
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite.

Produsul recomandat pentru evaluarea rezultatelor învățării pe parcursul programului este: *schema electrică principală*:

- relevanța elementelor grafice utilizate;
- modul de amplasare a elementelor grafice;
- corectitudinea reprezentării legăturilor dintre elemente;

- calitatea grafică a prezentării răspunsului;
- corectitudinea executării schemei;
- corespunderea specificațiilor tehnice;
- creativitatea și originalitatea schemei.

Evaluarea sumativă la modulul *Electronica de putere* 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. Testul va include itemi de analiză a situațiilor-problemă și de rezolvare a problemelor practice.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va deține media notelor curente minim 5 (pentru materialul teoretic la lecții și pentru studiul individual);
- va prezenta portofoliul completat cu produsele studiului individual, prin care se evaluează experiența de învățare individuală a elevului;
- va efectua toate lucrările de laborator și va prezenta toate rapoartele de analiză ale lucrărilor efectuate, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de utilizare corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor în vederea executării sarcinilor. Toate lucrările de laborator vor fi susținute cu calificativul „admis”.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Instruirea teoretică – se va desfășura în săli de clasă, amenajate și echipate cu tablă interactivă și echipamente multimedia, seturi de planșe, proiector digital, laptop. Capacitatea sălii – 30 de locuri.

Instruirea practică – se va desfășura în laboratoare specializate, echipate cu tablă și calculatoare, conform tabelului de mai jos. Capacitatea sălii de laborator – 15 locuri de lucru.

No	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare	1 per elev
2.	Generator de curent continuu 60-100 V	1/4 elevi
3.	Redresoare de putere monofazate cu comandă	1/2 elevi
4.	Convertor de curent alternativ	1/2 elevi
5.	Convertor de curent continuu-curent continuu 12-24 V	1/2 elevi
6.	Convertor de curent continuu-curent continuu 24-12 V	1/2 elevi
7.	Surse de tensiune continuă în comutație	1/2 elevi
8.	Invertoare 12 Vcc – 220 Vca	1/2 elevi
9.	Tranzistoare de putere	1/2 elevi
10.	Tiristoare de putere	1/2 elevi
11.	Diode de putere	1/2 elevi

12.	Voltmetru	1/2 elevi
13.	Ampermetru	1/2 elevi
14.	Ciocan de lipit	1/2 elevi
15.	Set de instrumente	1/5 elevi

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

No	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Bîrcă-Gălăţeanu, Ş., Stoichescu, D. A., Constantin, P., <i>Electronică de putere. Aplicaţii</i> , Editura Militară, Bucureşti, 1991.	Biblioteca CEEE	1
2.	Kelemen, A., Imecs, M., <i>Electronică de putere</i> , Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1983.	Biblioteca CEEE	2
3.	Damachi, E., Doboş, Tunsoiu, L. A., Tomescu, N., <i>Electronica</i> , Bucureşti, 2005.	Biblioteca CEEE	50
4.	Popescu, V., <i>Stabilizatoare de tensiune în comutaţie</i> , Editura de Vest, Timişoara, 1992.	Biblioteca CEEE	2
5.	Trip, N. D., A. Gacsádi, D. Scurtu, <i>Electronică industrială. Îndrumător de laborator</i> , Editura Universităţii din Oradea, 2005.	Biblioteca CEEE	1
6.	Croitoru, V., Sofron, E., <i>Componente şi circuite electronice. Lucrări practice</i> . Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1991.	Biblioteca CEEE	46
7.	Electronica de putere şi acţionări reglabile	http://www.iscee.ugal.ro/choppere.pdf	
8.	Albu, Mihai, <i>Laborator Electronica de putere. Lucrarea 25</i>	http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_25_img.pdf	
9.	Albu, Mihai, <i>Laborator Electronica de putere. Lucrarea 10</i>	http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_10_img.pdf	