



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.07.O.022 Tehnologie electronică

Specialitatea: **0714.4 Electronică**

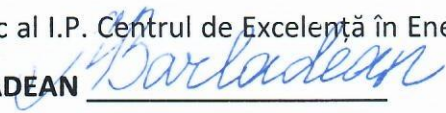
Calificarea: **0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică**

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).

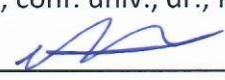


Aprobat la:

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 Microelectronica 

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.....	5
V. Unitățile de învățare.....	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate	9
IX. Sugestii metodologice.....	9
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	10
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	11
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	12

I. Preliminarii

Curriculumul pentru modulul *Tehnologie electronică* 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 *Tehnologie electronică* 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 la elevi a cunoștințelor și abilităților cu privire la tehnologiile de executare a cablajelor imprimate, tehnologiile de lipire a componentelor electronice pe cablajul imprimat, tehnologiile de evacuare a căldurii din echipamentul electronic.

Tehnologie electronică este un modul necesar oricărui specialist din domeniul tehnic, care asigură aptitudinile de executare a cablajelor imprimate (CI), de efectuare a acoperirilor de protecție a traseelor conductoare împotriva factorilor mediului ambiant, de echipare și lipire a componentelor electronice pe CI, în mod manual sau prin diverse tehnologii moderne de lipire.

Pentru atingerea rezultatelor învățării la modulul *Tehnologie electronică*, sunt necesare cunoștințele dobândite la disciplinele fizică, matematică și la următoarele unități de curs:

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

F.03.O.009 Electrotehnică

F.05.O.013 Circuite electronice

F.06.O.014 Circuite digitale și analogice

P.06.O.004 Practica de exploatare

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la modulul *Tehnologie electronică* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile didactice și rezultatele învățării ce trebuie atinse la modul, exprimate în termeni de cunoștințe și abilități.

Prin studierea modulului *Tehnologie electronică* 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 de luare a deciziilor în domeniul tehnic;
- respectarea standardelor referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- dezvoltarea simțului estetic în designul industrial.

Studierea acestui modul contribuie la formarea cunoștințelor, abilităților și deprinderilor elevilor cu privire la utilizarea componentelor pasive și active, a circuitelor integrate utilizate în industrie la dirijarea și automatizarea proceselor industriale (tehnologice).

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

S.07.O.020 Sistemelor electronice programabile

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

S.08.O.027 Modelarea sistemelor electronice

P.07.O.005 Practica tehnologică

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

Disciplina *Tehnologie electronică* 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
RÎ2: Absolventul poate organiza locul individual de muncă, planificând etapele de executare a sarcinilor individuale și de echipă și promovând principiile economiei verzi.	CP2. Organizarea procesului și locului de muncă CP11. Promovarea principiilor economiei verzi
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. 2, 5, 6 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea modului *Tehnologie electronică*, elevii vor fi capabili:

- să utilizeze materialele pentru fabricarea cablajelor imprimate;
- să proiecteze plăci cu cablaj imprimat;
- să execute conexiuni dintre terminalele elementelor și suprafața de contact a cablajului imprimat.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică			
VII	120	30	10	80	examen	4

V. Unitățile de învățare

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
1. Tehnologii de fabricare a cablajelor imprimate		
RÎ1. Utilizarea materialelor pentru fabricarea cablajelor imprimate	1.1. Cablaje imprimate. Materiale utilizate la fabricarea cablajelor imprimate 1.2. Metode de fabricare a cablajelor imprimate. Tehnologii substructive, aditive, sinteză 1.3. Procedee de transpunere a imaginii traseelor conductoare pe suportul placat cu cupru: fotografic, seriografic, Press and Peel (PnP) 1.4. Metode de corodare a cablajelor imprimate: mecanică, chimică	1. Distingerea tipurilor de conductoare utilizate la interconectarea elementelor electronice pe CI 2. Distingerea tipurilor de emailuri utilizate pentru izolația conductoarelor 3. Utilizarea materialelor sintetice pentru creșterea rezistenței mecanice a conductoarelor 4. Alegerea materialelor pentru suportul izolant al CI după caracteristicile electrice și mecanice 5. Compararea tehnologiilor de fabricare a CI 6. Descrierea etapelor procesului tehnologic de fabricare a cablajelor monostrat, dublustrat, multistrat cu găuri nemetalizate/metalizate 7. Descrierea metodelor de imprimare a imaginii desenului CI 8. Aplicarea metodei optime de transpunere a desenului CI 9. Alegerea agenților de corodare pentru executarea traseelor conductoare 10. Prepararea soluției chimice pentru corodare CI 11. Înlăturarea impurităților, degresarea traseelor conductoare ale CI
2. Calculul cablajului imprimat		
RÎ2. Proiectarea plăcilor cu cablaj imprimat	2.1. Plăci cu cablaj imprimat. Structura și configurația 2.2. Calculul constructiv-tehnologic al cablajului imprimat	1. Descrierea structurii și a configurației plăcii 2. Determinarea parametrilor constructiv-tehnologici ai CI

	2.3. Calculul electric al cablajului imprimat 2.4. Tehnologii de acoperire a cablajului imprimat. Depuneri galvanice ale metalelor pe traseele conductoare 2.5. Regimul termic al echipamentelor electronice	3. Calcularea căderii de tensiune pe traseul conductor 4. Determinarea capacității dintre două trasee conductoare paralele 5. Pregătirea materialelor pentru depunerile electrochimice ale metalelor de protecție 6. Conectarea CI la sursa de alimentare 7. Distingerea metodelor de evacuare a căldurii din echipamentul electronic 8. Determinarea regimului termic al componentelor 9. Asamblarea radiatoarelor pe componentele electronice
3. Asamblarea cablajelor imprimate		
RÎ3. Executarea conexiunilor dintre terminalele elementelor și suprafața de contact a CI	3.1. Cerințe tehnice de poziționare și fixare a elementelor electronice pe CI 3.2. Modalități de preformare a terminalelor elementelor electronice 3.3. Aliaje de lipit. Tipuri și caracteristici 3.4. Fluxuri (fondanți). Tipuri și caracteristici. Metode de aplicare a fluxurilor 3.5. Procedul de lipire cu ciocanul de lipit 3.6. Procedee de lipire prin imersie, val, retopire 3.7. Procedul de lipire prin radiații infraroșii (IR)	1. Modelarea formei terminalelor componentelor electronice 2. Plasarea componentelor electronice pe CI 3. Selectarea aliajului în funcție de temperatura de topire 4. Setarea temperaturii ciocanului de lipit 5. Lipirea componentelor, utilizând fluxuri și aliaje 6. Distingerea procedeelor de lipire în val și prin imersie 7. Lipirea prin retopire a componentelor, utilizând aliaje și fondanți de pastă 8. Lipirea componentelor dispozitivelor electronice montate pe suprafață (SMD) prin retopire, utilizând instalațiile IR

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total ore	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică	
1.	Tehnologia de executare a cablajelor imprimate	44	10	4	30
2.	Calculul cablajului imprimat	32	8	4	20
3.	Asamblarea cablajului imprimat	44	12	2	30
Total		120	30	10	80

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produce de elaborat	Modalități de evaluare
1. Tehnologia de executare a cablajelor imprimate		
1.1. Particularitățile constructive, tehnologice și organizatorice în fabricarea echipamentului electronic 1.2. Îmbinări nedemontabile prin sudare cu arc electric, prin puncte, prin rezistența electrică 1.3. Asamblări demontabile. Asamblări prin filet, îmbinări prin efect elastic. Interconectări prin wrapare 1.4. Tehnici de interconectare cu fire a elementelor electronice pe cablajul imprimat 1.5. Materiale utilizate la fabricarea cablajelor imprimate 1.6. Fabricarea cablajelor imprimate prin tehnologii substructive, aditive, sinteză 1.7. Imprimarea desenelor cablajelor imprimate prin procedeul fotografic, seriografic, Press and Peel (PnP) 1.8. Corodarea mecanică și chimică a cablajelor imprimate	Studiu de caz	Prezentarea rezultatelor studiului
2. Calculul cablajului imprimat		
2.1. Calculul constructiv-tehnologic al CI 2.2. Calculul electric al CI 2.3. Calculul regimului termic al echipamentelor electronice	Exerciții rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor obținute

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
3. Asamblarea cablajului imprimat		
3.1. Aliaje pentru lipirea elementelor electronice pe CI 3.2. Lipirea cu ciocanul de lipit a elementelor electronice pe CI 3.3. Lipirea prin radiații infraroșii (IR) 3.4. Poziționarea și fixarea elementelor electronice pe CI 3.5. Preformarea terminalelor elementelor electronice	Dispozitiv asamblat	Prezentarea dispozitivului

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor practice	Ore
1. Tehnologia de executare a cablajelor imprimate	1) Efectuarea calculelor constructiv-tehnologice ale cablajului imprimat 2) Efectuarea calculelor electrice ale cablajului imprimat	4
2. Calculul cablajului imprimat	3) Elaborarea desenului cablajului imprimat, utilizând software de specialitate 4) Transpunerea imaginii pe suportul placat cu cupru și corodarea chimică a CI	4
3. Asamblarea cablajului imprimat	5) Preformarea terminalelor și lipirea componentelor pe CI	2
Total		10

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile modului *Tehnologie electronică* 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.

Studiul 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 disciplinei, 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 se referă la tehnologiile de imprimare a desenului cu CI, structura CI, metodele de protecție a CI, amplasarea corectă a componentelor electronice pe CI, calculul constructiv tehnologic și electric al CI.

Folosiți exemple concrete și studii de caz relevante pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a

demonstra aplicațiile practice ale cablajelor imprimate, materialelor și substanțelor utilizate pentru obținerea CI. 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 proiectelor și al experimentelor. 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 proiectelor și al activităților practice. Lucrările practice 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 potrivite, 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 tehnologiilor electronice evoluează.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea rezultatelor învățării este implicită demersului didactic curent 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:

- autoevaluarea, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele de învățare, identificând corect unele calități și lacune personale,
- 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 practice, care oferă evaluarea cunoștințelor dobândite în timpul orelor de teorie, dar și a deprinderilor și a abilităților de analiză și de rezolvare a problemelor legate de materialul studiat, de utilizare corespunzătoare a bibliografiei, a materialelor și a instrumentelor.

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 probe practice, axate pe evaluarea abilităților de executare a cablajului imprimat, care includ următoarele etape tehnologice:

- executarea desenelor CI;

- transpunerea desenelor cablajelor pe plăci de cupru;
- corodarea chimică;
- executarea găurilor de asamblare;
- acoperirea de protecție a traseelor conductoare;
- asamblarea cablajului.

Produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării pe parcursul programului sunt dispozitivele asamblate.

Criterii de evaluare a produselor:

- corespunderea desenului de cablaj cu schemei electrice principale;
- respectarea dimensiunilor stabilite;
- calitatea traseelor conductoare;
- calitatea stratului de protecție a traseelor conductoare;
- formatarea terminalelor elementelor;
- calitatea lipirii componentelor pe cablaj.

Evaluarea sumativă la modulul *Tehnologie electronică* 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 probleme practice.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va deține media notelor curente minim 5 (pentru materialul teoretic la lecții, studiul individual și pentru executarea lucrărilor practice);
- va prezenta portofoliul completat cu produsele studiului individual, prin care se evaluează experiența de învățare individuală a elevului;
- va efectua toate lucrările practice 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, substanțelor și a echipamentelor în vederea executării sarcinilor.

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 și dotate conform tabelului de mai jos.

No	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1 la elev
2.	Printer	1

3.	Multimetru digital	1/2 elevi
4.	Sursă de alimentare	5 bucăți
5.	Microscop digital	5 bucăți
6.	Ciocan de lipit	1 la elev
7.	Mână de ajutor cu lupă pentru lipit	1 la elev
8.	Clește de tăiat	1 la elev
9.	Pensetă	1 la elev
Materiale consumabile:		
10.	Steclotextolit	
11.	Componente electronice	
12.	Fluxuri de lipire	
13.	Aliaj de lipit	

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

No	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa	Număr de exemplare disponibile
1	Cătuneanu, M., <i>Tehnologie electronică</i> . Rotaprint, 2001.	Versiune PDF	-
2	Cătuneanu, V., <i>Electronica în imagine</i> . București, 1990.	Biblioteca CEEE	15
3	Парфенов, М., <i>Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры</i> . М.: Радио и связь, 1989.	Biblioteca CEEE	1
4	Савельев, А. Я., <i>Конструирование ЭВМ и систем</i> . М: Высшая школа, 1989.	Biblioteca CEEE	1
5	radio.ubm.ro/EA/Documente/.../Tehnologie/.../Tehnologie%20Electronicacurs1.ppt	internet	
6	vega.unitbv.ro/.../Curs%20Tehnologie%20electronica.../T.E.-%20Cap.1Obiectul%20cu	internet	
7	www.islavici.ro/cursuriold/Tehno%20an%205_09.pdf	internet	