



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.027 Modelarea sistemelor electronice

Specialitatea: 0714.4 Electronică

Calificarea: 0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică

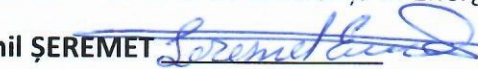
Chișinău 2024

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului „Consolidarea sistemului de învățământ profesional tehnic din Republica Moldova” (CONCEPT 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) 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 CONCEPT, 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	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate	9
IX. Sugestii metodologice.....	10
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 modulul *Modelarea sistemelor 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 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 *Modelarea sistemelor electronice* 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 executarea circuitelor electronice și a cablajelor imprimate, vizualizarea 3D a dispozitivului, verificarea conexiunilor dintre piese.

Modelarea sistemelor electronice este un modul necesar oricărui specialist din domeniul tehnic care îi permite să efectueze simulări ale funcționării unui circuit electronic, să verifice parametrii mecanici și electrice ai dispozitivelor.

Pentru a atinge rezultatele învățării la modulul *Modelarea sistemelor electronice*, sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele unități de curs:

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

S.07.O.019 Televiziune

S.07.O.020 Sisteme electronice programabile

S.07.O.021 Optoelectronica

S.07.O.022 Tehnologie electronică

S.08.O.024 Electronica de putere

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

S.08.O.026 Radiocomunicații

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la modulul Modelarea sistemelor electronice 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 *Modelarea sistemelor 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;
- dezvoltarea simțului estetic în designul industrial.

Studierea acestui modul asigură formarea cunoștințelor, abilităților și deprinderilor elevilor cu privire la crearea și simularea circuitelor electronice, utilizate în industrie la dirijarea și automatizarea proceselor tehnologice.

Modelarea sistemelor electronice contribuie la formarea și consolidarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru efectuarea următoarelor stagii de practică:

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 *Modelarea sistemelor 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
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
RÎ10: Absolventul poate utiliza software-uri specializate în scopul modernizării echipamentelor electronice.	CP10. Promovarea implementării tehnologiilor inovatoare

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 5, 6, 10 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea modului *Modelarea sistemelor electronice* elevii vor fi capabili:

- să utilizeze instrumentele software pentru a simula circuite electronice și a realiza PCB-uri (*printed circuit board*);
- să creeze componente electronice, utilizând instrumente software;
- să optimizeze desenul cablajului imprimat, utilizând instrumente software.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Laborator			
VIII	90	30	30	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
1. Modelarea schemelor electronice și a cablajelor imprimate		
RÎ1. Utilizarea instrumentelor software pentru a simula circuite electronice și a realiza PCB-uri (<i>printed circuit board</i>)	1.1. Procedura de instalare a softului. Spațiul de lucru 1.2. Bibliotecile standard ale softului cu elemente electronice 1.3. Modalități de conectare a circuitelor electronice 1.4. Funcția de conversie a cablajului imprimat în baza circuitului electronic 1.5. Cablaje imprimate multistrat. Metode de realizare a traseelor pe cablajul imprimat	1. Operarea cu software specializat 2. Alegerea dimensiunilor suprafeței de lucru 3. Utilizarea bibliotecilor standard la realizarea circuitelor electronice 4. Selectarea componentelor electronice din biblioteca softului specializat 5. Conectarea unui circuit electronic 6. Simularea circuitului electronic 7. Obținerea cablajului imprimat, utilizând barele de instrumente 8. Realizarea cablajului imprimat prin exportarea circuitului electronic 9. Rearanjarea manuală a traseelor conductoare 10. Folosirea imaginilor și textului pe cablajul imprimat
2. Biblioteci cu componente electronice personalizate		
RÎ2. Crearea componentelor electronice, utilizând instrumente	2.1. Procedura de editare a bibliotecii proprii 2.2. Biblioteci privind realizarea componentelor electronice (DIP, DIL)	1. Crearea bibliotecii model în software specializat 2. Crearea componentelor electronice SMD

software	2.3. Biblioteci privind realizarea componentelor electronice montate pe suprafață (SMD)	3. Crearea componentelor electronice DIP, DIL 4. Crearea manuală a circuitului integrat de contur mic (SOIC) 5. Crearea componente electronice 3D, utilizând barele de instrumente 6. Modelarea automată a componente electronice 3D 7. Salvarea componentelor proprii în bibliotecă 8. Utilizarea câmpurilor suplimentare pentru realizarea funcționării componente electronice 9. Exportarea componente electronice în LT Spice, utilizând barele de instrumente 10. Detectarea erorilor în bibliotecile create
3. Corelarea între circuitele electronice și cablajul imprimat		
RÎ3. Optimizarea desenului cablajului imprimat, utilizând instrumente software	3.1. Magistrala de conexiune a circuitelor electronice 3.2. Modalități de conectare a elementelor cu pinii fără fir 3.3. Lucru cu barele de instrumente pentru verificarea conexiunii electrice 3.4. Procedura de salvare a circuitelor electronice în alt software 3.5. Cablajul imprimat multistrat. Principiul de obținere a cablajului imprimat multistrat 3.6. Principiul de conexiune automată a componentelor electronice la substraturile PCB 3.7. Procedura de obținere a desenului de ansamblu al cablajului imprimat în 3D	1. Configurarea magistralei de conexiune 2. Conectarea elementelor de circuit la magistrală 3. Conectarea elementelor electronice cu conectori fără fir 4. Testarea conexiunilor electrice pin-la-pin 5. Utilizarea regulilor electrice (ERC), remediind erorile de conexiune pin-la-pin 6. Verificarea concesiunii circuitului electronic la sursa de alimentare 7. Utilizarea funcției import/export a circuitului electronic în alte tipuri de software 8. Realizarea manuală sau automată a CI 9. Modificarea lățimii traseelor conductoare, a găurilor de montare

		10. Conectarea componentelor la substraturile cablajelor imprimate 11. Vizualizarea PCB cu componente electronice în 3D
--	--	--

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total ore	Contact direct		Studiu Individual
			Teorie	Laborator	
1.	Modelarea schemelor electronice și a cablajelor imprimate	32	10	12	10
2.	Biblioteci cu componente electronice personalizate	22	6	6	10
3.	Corelarea între circuitele electronice și cablajul imprimat	36	14	12	10
	Total	90	30	30	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Modelarea schemelor electronice și a cablajelor imprimate		
1.1. Procedura de instalare a softului. Spațiul de lucru 1.2. Bibliotecile standard a softului cu elemente electronice 1.3. Modalități de conectare a circuitelor electronice 1.4. Funcția de conversie a cablajului imprimat în baza circuitului electronic 1.5. Cablaje imprimate multistrat	Studiu de caz	Prezentarea studiului, inclusiv a analizei și sintezei materialului studiat
2. Biblioteci cu componente electronice personalizate		
2.1. Procedura de obținere a bibliotecii proprii	Biblioteca simbolurilor	Prezentarea bibliotecii

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
2.2. Biblioteci privind realizarea componentelor electronice (DIP, DIL) 2.3. Biblioteci privind realizarea componentelor electronice montate pe suprafață (SMD)	grafice personalizate	(designul grafic, impactul vizual și comunicativ)
3. Corelarea între circuitele electronice și cablajul imprimat		
3.1. Magistrala de conexiune a circuitelor electronice 3.2. Modalități de conectare a elementelor cu pinii fără fir 3.3. Lucru cu barele de instrumente pentru verificarea conexiunii electrice 3.4. Cablajul imprimat multistrat. Principiul de obținere a cablajului imprimat multistrat 3.5. Principiul de conexiune automată a componentelor electronice la substraturile PCB 3.6. Procedura de salvare a circuitelor electronice în alt tip de software 3.7. Procedura de obținere a desenului de ansamblu al cablajului imprimat în 3D	Desenul de ansamblu în 3D al cablajului imprimat	Prezentarea desenului de ansamblu al cablajului imprimat

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor de laborator	Ore
1) Modelarea schemelor electronice și a cablajelor imprimate	1. Lucrul cu textul, utilizând interfața software 2. Utilizarea librăriei standard la realizarea circuitelor electronice 3. Realizarea unui circuit electronic, utilizând componente pasive 4. Realizarea circuitului amplificatorului de semnal mic în baza tranzistorului bipolar 5. Executarea conversiei schemei electrice principiale în PCB 6. Obținerea desenului PCB în mod automat și manual	12
2) Biblioteci cu componente electronice personalizate	7. Crearea bibliotecii personalizate a elementelor pasive și active 8. Crearea bibliotecii personalizate a circuitelor integrate SOIC	6

	9. Crearea bibliotecii personalizate a circuitelor integrate SMD	
3) Corelarea între circuitele electronice și cablajul imprimat	10. Realizarea unui circuit complex, utilizând elemente DIP și SMD 11. Executarea conexiunii fără fir a terminalelor componentelor electronice 12. Verificarea conexiunilor între terminalele componentelor 13. Simularea funcționării circuitului electronic 14. Obținerea cablajului imprimat 15. Exportarea circuitului electronic în limbajul de modelare a realității virtuale (VRML)	12
Total		30

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile modului *Modelarea sistemelor electronice* vor fi abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul de cunoștințe și abilități dobândit. Studiarea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”, dar repartizarea numărului de ore rămâne la decizia cadrului didactic și se face în funcție de complexitatea temei și de dinamica însușirii cunoștințelor de către elevi.

Structurați conținutul unității de curs într-o manieră logică și progresivă. Acordați suficientă atenție și timp temelor esențiale, precum: modelare, realizarea componentelor electronice, elaborarea circuitului electronic, structura cablajului imprimat, vizualizarea dispozitivului în 3D.

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. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a conecta circuite electronice similare celor utilizate în industrie.

Încurajați colaborarea și lucrul în echipă în timpul 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 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 metodele de evaluare recomandate sunt:

- 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 modului vor fi efectuate probe practice, axate pe evaluarea abilităților de elaborare a circuitelor electronice virtuale. Astfel, produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării sunt:

- biblioteca simbolurilor grafice personalizate;
- desenul de ansamblu în 3D al cablajului imprimat.

Criteriile de evaluare a bibliotecii simbolurilor grafice sunt:

- relevanța elementelor grafice utilizate;
- corespunderea concepției, a stilului, a așezării în pagină și a designului grafic;
- creativitatea și originalitatea în utilizarea formelor, a culorilor, a poziționării componentelor pe circuit;
- impactul vizual și comunicativ.

Evaluarea sumativă la modulul Modelarea sistemelor electronice se desfășoară sub formă de examen constituit din probă practică asistată de calculator.

Testul practic va fi axat preponderent pe evaluarea domeniului cognitiv și aplicativ și va măsura gradul de atingere a rezultatelor învățării. Testul va include sarcini de analiză a situațiilor-problemă și de elaborare/creare a circuitelor electronice virtuale în baza unei scheme electrice principale.

Produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării la final de modul sunt *desenele de ansamblu în 3D ale cablajului imprimat.*

Criteriile de evaluare a produselor sunt:

- relevanța elementelor grafice utilizate;
- modul de amplasare a elementelor grafice;
- corectitudinea reprezentării conexiunilor dintre elemente;
- corectitudinea utilizării elementelor de circuit în funcție de caracteristicile tehnice;
- respectarea dimensiunilor stabilite;
- creativitatea și originalitatea desenului în 3D;
- corespunderea desenului de cablaj schemei electrice principale.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va deține media notelor curente minim 5 (pentru materialul teoretic la lecții, studiul individual);
- 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 echipamentelor în vederea executării sarcinilor. Toate lucrările de laborator vor fi susținute cu calificativul „admis”.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Instruirea teoretică și instruirea practică se vor desfășura în laboratoare specializate, dotate cu tablă, echipamente multimedia, necesare pentru executarea sarcinilor de învățare conform tabelului de mai jos. Capacitatea sălii – 30 de locuri.

Nr. crt.	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1/1 elev
2.	Printer multifuncțional	1 bucată
3.	Proiector	1 bucată

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa
1	TINA PCB Design Manual	https://www.tina.com/distrib/.../TINA_PCB_
2	Ecodesign-ul dispozitivelor electronice	http://www.ecosign-project.eu/wp-content/uploads/2018/09/ELECTRONICS_UNIT11_RO_Lecture.pdf
3	DipTrace Tutorial, Schematic and PCB Design Software	www.diptrace.com/books/tutorial internet