



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență și Energetică și Electronică

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică

M. BARLADEAN

23 septembrie 2023

Curriculumul disciplinar

S.06.O.019 Proiectarea asistată de calculator

Specialitatea: 71510 Mașini, instalații frigorifice și sisteme de climatizare

Calificarea: Tehnician frigotehnist

Chișinău 2023

Curriculumul a fost elaborat în baza ordinului Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova, numărul 83, din data de 14.02.2022, cu privire la aprobarea listei instituțiilor de învățământ desemnate responsabile pentru elaborarea planurilor de învățământ la programele de formare profesională postsecundară și postsecundar nonterțială



Autor:

ȘEREMET Emil, grad didactic I, I.P Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

Consiliul metodico-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică.

Director adjunct pentru instruire

 Gheorghe Zvezdenko

23 septembrie 2022

Recenzenți:

1. Compania FRIO-DINS SRL, mun Chișinău, str. Florilor 1, Cojocaru Arcadie, director.
2. Compania SEBECA ENGINEERING, SRL, mun. Chișinău, str. Grădina Botanică 9, Cucereavii Dan, șef de șantier.

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

I. Preliminarii	4
II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională.....	4
III. Competențele profesionale specifice modulului	5
IV. Administrarea modulului	5
V. Unitățile de învățare	5
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	7
VII. Studiu individual ghidat de profesor.....	7
VIII. Lucrările practice recomandate	8
IX. Sugestii metodologice	9
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale	10
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	14
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	14

I. Preliminarii

Proiectarea asistată reprezintă un domeniu de vârf al tehnologiei, etapă deosebit de importantă în procesul de realizare al plachetelor electronice, care s-a impus prin eficacitatea sa și prin costul redus al dezvoltării proiectelor. În acest context, acest modul propune familiarizarea cu pachete de programe și parcurgerea etapelor de proiectare asistată a plachetelor electronice.

Pachetele de programe destinate proiectării asistată de calculator, realizează prin utilizarea programelor - componente complexe servicii interactive și personalizabile, pentru desenarea, editarea, procesarea și simularea schemelor electrice, introducerea datelor de proiectare și gestionarea informațiilor despre componentele electronice, trasarea cablajului, crearea de liste de materiale, etc. Ele oferă posibilitatea imprimării plachetelor electronice și de obicei stochează datele despre componente și alte elemente ale schemelor în librării, etc.

Modulul respectiv este structurat în cinci unități de învățare și este destinat formării competențelor de realizare efectivă a schemelor electrice și a plachetelor electronice.

Unitățile de curs ce trebuie studiate până la demararea procesului de instruire la acest modul sunt:

Materiale și componente pasive.

Desen Tehnic.

Electrotehnica.

Dispozitive și circuite electronice.

Circuite digitale.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Modulul "Proiectarea asistată de calculator" prezintă etapele de proiectare și structurare a diferitor tipuri de scheme electrice și plachete electronice.

Modulul „Proiectarea asistată de calculator” formează la elevi competențe profesionale de instalare, configurare și utilizare a pachetelor de programe pentru proiectarea asistată de calculator; identificarea principiilor, etapelor și sarcinilor proiectării asistate de calculator a dispozitivelor numerice; selectarea componentelor schemelor electrice și trasarea cablajelor pe plachetele imprimate.

Modulul în cauză contribuie la formarea competențelor profesionale ale tehnicianului necesare pentru îndeplinirea atribuțiilor și sarcinilor de lucru stabilite în calificarea profesională:

- descrierea structurii pachetului de programe destinat pentru proiectarea asistată de calculator;
- creeze proiecte ale schemelor electrice;
- creeze componente;
- creeze librării;
- numeroteze componentele;

- utilizeze editorul topologiei plachetelor imprimate;
- genereze inventarul de materiale;
- traseze cablajul;
- realizeze circuite electronice;
- amplaseze componente pe schemă/plachetă
- impime placheta electronică.

III. Competențele profesionale specifice modulului

CSD1. Identificarea etapelor de proiectare asistată de calculator.

CSD2. Aplicarea softului de proiectare asistată de calculator.

CSD3. Desenarea circuitelor electronice.

CSD4. Optimizarea trasării cablajului imprimat.

CSD5. Transpunerea desenelor realizate pe un suport adecvat.

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
IV	60		30	30	examen	2

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Software pentru proiectare.		
UC1. Identificarea resurselor de proiectare asistată de calculator a pachetului de programe.	- Etapele proiectării asistată de calculator. - Prezentarea generală a pachetului de programe. - Componentele și destinația lor. - Destinația librăriilor.	- A1. Instalarea pachetului de programe. - A2. Configurarea pachetului de programe. - A3. Identificarea etapelor proiectării asistată de calculator. - A4. Identificarea componentelor pachetului de programe. - A5. Modificarea referințelor valorilor componentelor. - A6. Crearea librăriilor. - A7. Definirea corectă a noțiunii de librărie.
2. Noțiuni și elemente de bază în Software.		
UC2. Aplicarea programului	- Reprezentarea schițelor. - Porți logice de descriere	A8. Descrierea interfeței grafice.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
SolidWorks pentru realizarea unei schițe.	a desenelor și combinația comenzilor pentru realizarea unei schițe. - Proiectarea unei schițe complexe. - Introducere în domeniul limbajelor de descriere hardware. - Descrierea și reprezentarea exactă a unei schițe finite. - Descrierea și testarea schiței dacă este funcțională atunci când adăugăm material. - Comenzi de extrudare pentru realizarea unei piese.	A9. Clasificarea legăturilor unei schițe. A10. Identificarea materialelor necesare. A11. Identificarea elementelor boxei Part.
3. Simularea schemelor electrice.		
UC3. Executarea unui circuit electric și alcătuirea ecuației de reacție la desenarea schițelor.	- Proiectarea tradițională a unui circuit logic: tabele adevăr, minimizare cu diagrame ecuații de funcționare, schema logică. - Diagnosticarea / depanarea unor circuite, echipamente și sisteme electronice. - Executarea unui circuit electric și alcătuirea ecuației de reacție la desenarea schițelor. - Sisteme de comandă, clasificare. - Utilizarea instrumentelor electronice și a metodelor specifice pentru a caracteriza și evalua performanțele unor circuite și sisteme electronice. - Proiectarea și implementarea de circuite electronice de complexitate mică/medie utilizând tehnologii CAD-CAM și standardele din domeniu Electronic.	A12. Descrierea circuitelor logice. A13. Realizarea sistemelor electronice. A14. Realizarea schiței. A15. Identificarea erorilor. A16. Modelarea circuitelor electronice. A17. Atribuirea datelor unei scheme.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	- Definirea principiilor și metodelor ce stau la baza fabricării, reglajului, testării și depanării aparatelor și echipamentelor din domeniile electronicii. - Dezvoltarea de competente în domeniul modelării și simulării circuitelor electronice. - Asimilarea cunoștințelor teoretice privind simularea circuitelor electronice. - Gestiunea obiectelor bazei de date în. - Optimizarea cererilor de regăsire a datelor: optimizare, indexare. - Alcătuirea schemelor electrice după metode tradiționale de calcul prin introducerea ecuațiilor.	

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/Seminar	
1.	Software pentru proiectare.	16		10	6
2.	Noțiuni și elemente de bază în Software SolidWorks.	14		6	8
3.	Simularea schemelor electrice în SolidWorks.	30		14	16
	Total	60		30	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
-----------------------------------	---------------------	------------------------	----------------------

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Software SolidWorks pentru proiectare.			
1.1 Prezentarea generală a pachetului de programe. 1.2 Componentele și destinația lor.	Studiu de caz	Comunicare Demonstrare	Săptămâna 3
2. Noțiuni și elemente de bază în Software SolidWorks.			
2.1 Reprezentarea schițelor. 2.2 Proiectarea unei schițe complexe. 2.3 Descrierea și reprezentarea exactă a unei schițe finite. 2.4 Descrierea și testarea schiței dacă este funcțională atunci când adăugăm material.	Proiect individual	Prezentarea proiectului	Săptămâna 6
3. Simularea schemelor electrice în SolidWorks.			
3.1 Diagnosticarea / depanarea unor circuite, echipamente și sisteme electronice. 3.2 Executarea unui circuit electric și alcătuirea ecuației de reacție la desenarea schițelor. 3.3 Utilizarea instrumentelor electronice și a metodelor specifice pentru a caracteriza și evalua performanțele unor circuite și sisteme electronice. 3.4 Dezvoltarea de competențe în domeniul modelării și simulării circuitelor electronice. 3.5 Gestiunea obiectelor bazei de date. 3.6 Optimizarea cererilor de regăsire a datelor: optimizare, indexare. 3.7 Alcătuirea schemelor electrice după metode tradiționale de calcul prin introducerea ecuațiilor.	Proiect în grup.	Prezentarea proiectului	Săptămâna 13

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Descrierea pachetului de programe.
2. Crearea componentelor și librăriilor.

3. Modificarea referințelor și valorilor componentelor.
4. Crearea schemelor electrice.
5. Verificarea legăturilor electrice.
6. Inventar de materiale.
7. Indexarea componentelor.
8. Elaborarea schițelor.
9. Verificarea funcționării schițelor.
10. Crearea librăriilor de capsule.
11. Amplasarea componentelor pe schiță.
12. Generarea și editarea fișierelor raport.
13. Imprimarea schițelor.

IX. Sugestii metodologice

Curriculumul modular "Proiectarea asistată de calculator" este un curs de inițiere a elevilor în conceptele de bază ale proiectării asistate de calculator, prin care urmărește formarea unei viziuni clare asupra proiectării și realizării de placi cu circuite electrice.

Activitățile de predare-învățare se recomandă a fi desfășurate într-o sală echipată cu calculatoare, tablă interactivă, conexiune la Internet – pentru îmbunătățirea instruirii interactive. La lecțiile practice și de laborator este necesar să existe un număr de stații de lucru egal cu numărul elevilor din clasă.

Volumul și varietatea conținutului materiei de studiu impun utilizarea unei varietăți de metode, mijloace și tehnici în procesul de instruire. Pentru o mai bună orientare metodele de învățământ utilizate în procesul didactic pot fi clasificate astfel:

- Jocuri de rol și simulare.
- Studii și cercetare.
- Tehnici pentru dezvoltarea gândirii critice.
- Exerciții și probleme.

Metoda **studiul de caz** valorifică o situație reală care se analizează și se rezolvă. În procesul de planificare a unui cablaj imprimat apar situații când este necesar de a prezenta elevului scheme și cablaje deja elaborate. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre elev își va aduce aportul la analiza schemei și cablajului elaborat. În utilizarea acestei metode se conturează câteva etape:

- 1) Selectarea și prezentarea cazului.
- 2) Prelucrarea și conceptualizarea.
- 3) Structurarea finală a studiului.

Această metodă se recomandă în cazul studierii unităților de învățare: Cercetarea și editarea schemei electrice, Amplasarea componentelor și rutarea conexiunilor electrice.

Instruirea prin proiecte reprezintă o modalitate de instruire/autoinstruire grație căreia elevii, dar mai ales elevii efectuează o cercetare orientată spre obiective practice și finalizată într-un produs ce poate fi o schiță, o prezentare, o culegere tematică-informațională despre părți componente, un album cu imagini etc.

Această metodă se recomandă în cazul studierii unităților de învățare: Amplasarea componentelor. Rutarea manuală și automată. Imprimarea schemei cablaj.

Procesul de studiu la Proiectarea asistată de calculator va deveni unul eficient dacă va fi însoțit de **Portofoliul activităților individuale** al elevului. Se recomandă, ca de-a lungul cursului, elevii să mențină un portofoliu structurat în două secțiuni. În partea I elevii colectează și analizează informații, știri și inovații în domeniul proiectării cu ajutorul calculatorului. În partea a II elevul va reflecta asupra învățării prin realizarea activităților practice și individuale propuse la fiecare unitate de învățare. Această secțiune a portofoliului ar trebui să reflecte o colecție de experiențe și activități pe care elevul le-a realizat în cadrul orelor de activitate individuală pe tot parcursul semestrului. Aceasta este o oportunitate pentru profesor de a personaliza procesul de studiu și de a colecta produsele activității individuale ale elevului, deoarece acestea reflectă interesele, abilitățile și experiențele specifice de învățare ale fiecărui elev. Produsele, care vor fi prezentate în această secțiune pot fi foarte variate – rezolvări de probleme, analize, studii de caz, sarcini realizate pe teren/comunitate, interviuri, cercetări de piață, etc.

Metodele recomandate pentru fiecare din unitățile de învățare sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Nr. crt.	Unitatea de învățare	Metodele de învățare recomandate		
		Prelegeri	Practică	Individual
1.	Elemente de proiectare asistată de calculator.	Expunerea. Conversația euristică. Demonstrația.	Demonstrația. Observația.	Realizarea studiului de caz. Activități creative.
2.	Prelucrarea schemei electrice.	Exercițiu. Expunerea. Demonstrația.	Asaltul de idei. Descoperirea. Problematizarea. Elaborarea de proiecte.	Modelarea. Elaborarea de proiecte. Activități creative.
3.	Crearea unei schițe.	Studiul de caz. Conversația euristică. Demonstrația.	Modelarea. Simularea. Problematizarea.	Elaborarea de proiecte. Activități creative.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor și obținerea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, evidențierea succeselor, implementarea evaluării selective sau individuale.

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe competențe presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Evaluarea continuă va fi structurată în

evaluări formative și evaluări sumative (finale) ce țin de interpretarea creativă a informațiilor și de capacitatea de a rezolva situațiile de problemă.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de realizare a fiecărei evaluări.

Produsele recomandate pentru evaluarea nivelului de dezvoltare a competențelor cognitive sunt prezentate mai jos:

1. Exercițiu rezolvat:
 - Înțelegerea enunțului exercițiului.
 - Corectitudinea formulării ipotezelor.
 - Corectitudinea raționamentelor.
 - Corectitudinea testării ipotezelor.
 - Corectitudinea strategiei rezolutive.
 - Corectitudinea rezultatelor.
 - Modul de prezentare a rezultatelor.
 - Modul de interpretare a rezultatelor.
2. Problemă rezolvată:
 - Înțelegerea problemei.
 - Documentarea în vederea identificării informațiilor necesare în rezolvarea problemei.
 - Formularea și testarea ipotezelor.
 - Stabilirea strategiei rezolutive.
 - Prezentarea și interpretarea rezultatelor.
3. Proiect elaborat:
 - Validitatea proiectului - gradul în care acesta acoperă unitar și coerent, logic și argumentat tema propusă.
 - Completitudinea proiectului - felul în care au fost evidențiate conexiunile și perspectivele interdisciplinare ale temei, competențele și abilitățile de ordin teoretic și practic și maniera în care acestea servesc conținutului științific.
 - Elaborarea și structura proiectului - acuratețea, rigoarea și coerența demersului științific, logica și argumentarea ideilor, corectitudinea concluziilor.
 - Calitatea materialului folosit în realizarea proiectului, bogăția și varietatea surselor de informare, relevanța și actualitatea acestora, semnificația datelor colectate s.a.
 - Creativitatea - gradul de noutate pe care-l aduce proiectul în abordarea temei sau în soluționarea problemei.
4. Rezumat oral:
 - Expune tematica lucrării în cauză.
 - Utilizează formulări proprii, fără a distorsiona mesajul lucrării supuse rezumării.
 - Expunerea orală este concisă și structurată logic.
 - Folosește un limbaj bogat, adecvat tematicii lucrării în cauză.
 - Respectarea coeficientului de reducere a textului: 1/3 din textul inițial.
5. Rezumat scris:
 - Expune tematica lucrării în cauză.
 - Utilizează formulări proprii, fără a distorsiona mesajul lucrării supuse rezumării.

- Textul rezumatului este concis și structurat logic.
- Folosește un limbaj bogat, adecvat tematicii lucrării în cauză.
- Fidelitatea: înțelegerea esențialului și reproducerea lui, nu trebuie să existe contrasens.
- Coerența: rezumatul are o unitate și un sens evident, lizibil pentru cei care nu cunosc textul sursă.
- Progresia logică: înlănțuirea ideilor, prezentarea argumentelor sunt clare și evidente.
- Angajamentul autorului, aptitudine critică corect evaluată și transpusă.
- Respectarea modalităților de enunțare a textului sursă: rezumatul este o oglindă micșorată dar fidelă textului sursă.
- Muncă pertinentă de reformulare: rezumatul nu este un colaj de citate.
- Respectarea coeficientului de reducere a textului: 1/4 din textul inițial.
- Stăpânirea normelor sintactice la nivel de prezentare logică a ideilor, frazelor, paragrafelor textului.
- Text formatat citet, lizibil. plasarea clară în pagină.

6. Studiu de caz:

- Corectitudinea interpretării studiului de caz propus.
- Calitatea soluțiilor, ipotezelor propuse, argumentarea acestora.
- Corespunderea soluțiilor, ipotezelor propuse pentru rezolvarea adecvată a cazului analizat.
- Corectitudinea lingvistică a formulărilor.
- Utilizarea adecvată a terminologiei în cauză.
- Rezolvarea corectă a problemei, asociate studiului analizat de caz.
- Punerea în evidență a subiectului, problematicii și formularea.
- Logica sumarului.
- Referință la programe aplicate.
- Completitudinea informației și coerența între subiect și documentele studiate.
- Noutatea și valoarea științifică a informației.
- Exactitatea rezultatelor și rigoarea probelor.
- Capacitatea de analiză și de sinteză a documentelor, adaptarea conținutului.
- Originalitatea studiului, a formulării și a realizării.
- Personalizarea (să nu fie lucruri copiate).
- Aprecierea critică, judecată personală a elevului.
- Corectitudinea interpretării studiului de caz propus.
- Calitatea soluțiilor, ipotezelor propuse, argumentarea acestora.
- Corespunderea soluțiilor, ipotezelor propuse pentru rezolvarea adecvată a cazului analizat.
- Corectitudinea lingvistică a formulărilor.
- Rezolvarea corectă a problemei, asociate studiului analizat de caz.

7. Item electronic rezolvat:

- Corectitudinea interpretării itemului propus spre rezolvare.
- Corespunderea rezolvării propuse de condițiile indicate în item.
- Corectitudinea metodei utilizate de rezolvare.
- Corectitudinea selectării răspunsului (pentru itemi cu alegere duală).
- Integritatea și corectitudinea setului de selecții (pentru itemi cu alegere multiplă).
- Stabilirea corectă a perechilor corelate (pentru itemii tip asociere).
- Corespunderea răspunsului setului prestabilit de valori.
- Corespunderea răspunsului cerințelor din enunțul itemului (în cazul itemilor cu răspuns deschis).

- Localizarea corectă a componentelor în schemă.
 - Calitatea grafică a prezentării răspunsului.
8. Test de laborator realizat:
- Corectitudinea proiectării schemei.
 - Acuratețea realizării plachetei electronice.
 - Prezența etichetelor componentelor pe schema electrică.
 - Corectitudinea numerotării pe schemă.

În calitate de produse pentru evaluarea competențelor profesionale se vor folosi:

- screenshot-uri cu configurări ale pachetului de programe;
- componente create;
- librării create;
- simboluri create;
- cerințele tehnice față de plachetele electronice realizate;
- reprezentări grafice ale schiței;
- spațierile globale setate;
- culorile setate;
- componente amplasate;
- fișiere raport generate;
- schema electrică imprimată;
- inventar de materiale realizat.

Criteriile pentru evaluarea sumativă a competențelor profesionale sunt prezentate mai jos:

1. Pachetul de programe instalat și configurat:
 - Corectitudinea utilizării pachetului de proiectare.
 - Corectitudinea setărilor implicite.
 - Corespunderea cerințelor tehnice.
 - Productivitatea muncii.
2. Proiectul schemei electrice:
 - Corectitudinea datelor în baza cărora se va elabora proiectul schemei electrice.
 - Relevanța cerințelor față de proiectul schemei electrice
 - Completitudinea cerințelor față de proiectul schemei electrice.
3. Inventar de materiale:
 - Corectitudinea selectării materialelor.
 - Gradul de exactitate a redării materialelor utilizate.
 - Consistența materialelor în proiectul schemei.
 - Oportunitatea și periodicitatea actualizării conținutului inventarului de materiale.
4. Amplasarea componentelor:
 - Gradul de redarea locațiilor pentru componente.
 - Relevanța componentelor utilizate.
 - Consistența modului de amplasare a componentelor pentru realizarea schiței.
 - Creativitatea și originalitatea.

- Impactul vizual și comunicativ.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Tablă interactivă sau proiector
Pentru orele de laborator	Laborator de informatică care asigură fiecărui elev un calculator.
Cerințe tehnice	
Parametri tehnici minimi ale calculatorului	Procesor: 2 GHz Memorie operativă: 4 GB Unitate de stocare: 500 GB Rețea: Ethernet, 100 Mbps
Software	Sistem de Operare Microsoft Windows. Pachetul de programe SolidWorks

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Student's Guide to Learning SolidWorks® Software. https://www.solidworks.com/sw/docs/student_wb_2011_eng.pdf	internet	
2.	SOLIDWORKS TEACHER TRAINING MANUAL http://www.t4.ie/pdf/Teacher%20Manual%20R3.pdf	internet	
3.	SolidWorks Basics http://web.mit.edu/2.00b/www/pastyears/2013/lecture13/Automoblox.pdf	internet	
4.	Introducing SolidWorks http://www.eng.uwo.ca/designcentre/CAD%20resources/Introduction_to_SolidWorks.pdf	internet	
5.	Iștván Sztojan, Sever Pașca, "Analiza asistată de calculator a circuitelor electronice". Ghid practic. Pspice. Ed. Teora 1997.	Bibliotecă	1/elev
6.	Dan Pitică, Călin Gheorghe, Mircea Băbăcan. "Proiectarea plachetelor electronice". Cluj- Napoca, Editura	Biblioteca	1/elev

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
	albastră, 1997.		
7.	http://www.scribub.com/tehnica-mecanica/PROCEDURA-PENTRU-PROIECTAREA-U65391.php	Internet	