



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

"23" septembrie 2023



Curriculum la modulul

S.07.O.022 Proiectarea asistată de calculator

Specialitatea: **71420 – Automatizarea proceselor tehnologice**

Calificarea: **311927 – Tehnician/tehniciană în automatizarea
proceselor de producție**

Chișinău 2023

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 23 septembrie 2023, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei "Automatizări" a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 5 septembrie 2023, șef de catedră, Veaceslav CEAUȘ _____

Autori:

- 1) Veaceslav CEAUȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef Catedra de automatizări, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 2) Virgil BANTAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, director adjunct pentru instruire, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 3) Iurie ȚARĂLUNGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic unu, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 4) Veaceslav TOFĂNICĂ, profesor discipline de specialitate, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 5) Serghei TINCOVAN, profesor discipline de specialitate, 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 5, Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare”

Recenzenți:

- 1) Sergiu Gaugaș, director tehnic, Asociația „RENAM”
- 2) Denis Țapotei, metrolog-șef aparate, control, măsurări și automatizări, Fabrica SA „Bucuria”

Redactor:

Lilia TOMA

Adresa Curriculumului în Internet:

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

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.....	7
VII. Studiu individual ghidat de profesor.....	8
VIII. Lucrările de laborator recomandate	10
IX. Sugestii metodologice	11
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	12
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii.....	13
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	14

I. Preliminarii

Curriculumul la modulul *Proiectarea asistată de calculator* este elaborat în baza standardului de calificare *Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, aprobat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova prin Ordinul nr. 1312/2023, precum și a Planului de învățământ aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023. Modulul *Proiectarea asistată de calculator* 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 specialitatea 71420 *Automatizarea proceselor tehnologice*.

Scopul modulului *Proiectarea asistată de calculator* este formarea la elevi a cunoștințelor și abilităților de aplicare a programelor de proiectare asistată de calculator a cablajelor imprimate. Aceste programe dezvoltă elevilor abilități de desenare, editare, procesare și simulare a schemelor electrice de principiu, de setare a parametrilor de proiectare, de trasare a cablajului imprimat etc.

Studiul unității de curs *Proiectarea asistată de calculator* este bazat pe cunoștințe acumulate la matematică, fizică, informatică, precum și la unitățile de curs studiate anterior:

- F.01.O.009 Desen tehnic în domeniu;
- F.01.O.010 Materiale și componente pasive;
- F.02.O.011 Electrotehnică;
- F.04.O.013 Dispozitive electronice și microelectronice;
- F.06.O.015 Analiza și sinteza circuitelor numerice;
- S.05.O.018 Electronica analogică;
- S.06.O.019 Tehnica impulsurilor.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la modulul *Proiectarea asistată de calculator* este documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și performanțele ce trebuie atinse de către elev, exprimate în rezultate ale învățării, cu privire la etapele de proiectare și de structurare a diferitor cablaje imprimate conform schemelor electrice de principiu.

Unitatea de curs *Proiectarea asistată de calculator* contribuie la formarea competențelor profesionale de utilizare a pachetelor de programe pentru proiectarea asistată de calculator a cablajelor imprimate, care include selectarea componentelor schemelor electrice și trasarea cablajelor imprimate, respectarea principiilor de lucru și a etapelor de executare a sarcinilor.

Ținând cont de caracterul funcțional-acționar al modulului *Proiectarea asistată de calculator*, conținutul acestuia este direcționat spre formarea la elevi, preponderent, a următoarelor abilități:

- aplicarea softului de proiectare asistată de calculator;
- crearea bibliotecilor noi;
- crearea desenelor pentru circuite electronice;
- amplasarea componentelor pe plachetă;
- rutarea cablajului imprimat;
- printarea cablajului imprimat.

Studierea disciplinei în cauză are un rol important în formarea competențelor profesionale și, în mod special, în crearea condițiilor de studiere a următoarelor unități de curs prevăzute de planul de învățământ:

S.08.O.023 Sisteme de reglare automată;

S.08.O.024 Microprocesoare și microcontrolere;

S.08.O.026 Tehnologia de construcție a aparaturii electronice;

S.08.O.027 Automatizarea și robotizarea proceselor de producție în industrie.

III. Finalități de învățare specifice modulului

Modulul *Proiectarea asistată de calculator* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în standardul de calificare *Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, 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
RÎ7. Absolventul poate stabili ordinea de executare a acțiunilor de depanare a problemelor identificate, în funcție de nivelul de risc.	CP8. Algoritmizarea soluționării problemelor tehnice
RÎ8. Absolventul poate soluționa problemele tehnice ale obiectului/sistemului prin testări și autotestări repetate, utilizând diferite metode de verificare.	CP9. Soluționarea problemelor tehnice

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 7 și nr. 8 din Standardul de calificare *Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, după studierea modulului *Proiectarea asistată de calculator*, elevii vor fi capabili:

- 1) să identifice resursele necesare pentru proiectarea asistată de calculator a cablajului imprimat;
- 2) să prelucreze scheme electrice, aplicând programul Altium Designer;
- 3) să creeze proiectul cablajului imprimat, utilizând programul Altium Designer;
- 4) să execute proiectul cablajului imprimat, utilizând programul Layout;
- 5) să execute activități de finisare a cablajului imprimat în format electronic.

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore					Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Lucru individual		
		teorie	practică	laborator			
VII	120	30	30		60	examen	4

V. Unitățile de învățare

Rezultate ale învățării	Unități de conținut	Abilități
1. Elemente de proiectare asistată de calculator		
RÎ1. Identificarea resurselor necesare pentru proiectarea asistată de calculator a cablajului imprimat	1.1. Etapele proiectării asistate de calculator. Pachetul de programe. Resursele programului Altium Designer. Componentele și destinația lor 1.2. Destinația bibliotecilor. Metode de creare și editare a schemei electrice. Alimentări, legături pe schema electrică. Proiectul schemei de principiu în programul SchDoc	1. Instalarea pachetului de programe 2. Configurarea pachetului de programe 3. Identificarea etapelor proiectării asistate de calculator 4. Identificarea componentelor pachetului de programe 5. Distingerea resurselor programului Altium Designer 6. Modificarea referințelor valorilor componentelor 7. Crearea bibliotecilor cu componente 8. Identificarea elementelor componente ale unei scheme electrice 9. Plasarea componentelor, alimentărilor, legăturilor pe schema electrică 10. Crearea proiectului schemei de principiu în fișier .SchDoc
2. Prelucrarea schemei electrice		
RÎ2. Prelucrarea schemelor electrice, aplicând programul Altium Designer	2.1. Numerotarea automată 2.2. Calitatea legăturilor electrice 2.3. Inventar de materiale (<i>Bill of Materials</i>) 2.4. Metode de indexare a componentelor din biblioteca programului	1. Descrierea procesului de numerotare a componentelor 2. Clasificarea legăturilor electrice 3. Identificarea materialelor necesare pentru crearea plachetei 4. Identificarea elementelor din biblioteca programului
3. Crearea fișierului cablajului imprimat conform schemei electrice		
RÎ3. Crearea proiectului cablajului imprimat, utilizând programul Altium Designer	3.1. Importarea componentelor și rețelelor în .PcbDoc. Etapele de inițializare a proiectului cablajului. Generarea fișierului Netlist 3.2. Metode de corectare a erorilor. Biblioteci de	1. Descrierea formatului fișierului BOM 2. Distingerea etapelor de inițializare a proiectului cablajului 3. Crearea fișierului BOM 4. Identificarea erorilor 5. Corectarea erorilor 6. Crearea bibliotecilor de capsule

	capsule. Codul capsulei componentei din schemă	7. Atribuirea codului capsulei componentei din schemă
4. Mediul de trasare a plachetei cu circuite imprimate		
RÎ4. Executarea proiectului cablajului imprimat, utilizând programul Layout	4.1. Resursele programului Layout. Etapele de setare a proiectului cablajului imprimat 4.2. Dimensiunile cablajului imprimat. Conturul cablajului 4.3. Straturi folosite la proiectarea cablajului imprimat. Conturul circuitului pentru imprimare 4.4. Dimensiunile traseelor. Spațieri globale. Metode de colorare a elementelor	1. Descrierea resurselor programului de trasare a PCB 2. Distingerea etapelor de setare a proiectului cablajului imprimat 3. Dimensionarea cablajului imprimat 4. Editarea conturului cablajului 5. Definirea numărului de straturi folosite la proiectarea cablajului imprimat 6. Desenarea conturului circuitului pentru imprimare 7. Setarea dimensiunilor traseelor 8. Setarea culorilor
5. Finisarea cablajului imprimat în format electronic		
RÎ5. Executarea activităților de finisare a cablajului imprimat în format electronic	1.1. Cerințe tehnice de amplasare a componentelor pe plachetă. Modurile de rutare: manuală, semiautomată și automată 1.2. Fișiere postprocesare. Fișiere raport 1.3. Procesul de obținere a cablajului imprimat	1. Identificarea locațiilor componentelor pe placheta cu circuite imprimate 2. Distingerea modurilor de rutare 3. Generarea fișierelor postprocesare 4. Generarea fișierelor raport 5. Printarea suprafețelor cablajului imprimat

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total ore	Ore de contact direct			Studiu individual
			Teoretice	Practice	Laborator	
1.	Elemente de proiectare asistată de calculator	14	4	-	2	8
2.	Prelucrarea schemei electrice	36	8	-	10	18
3.	Crearea fișierului cablajului imprimat conform schemei electrice	14	4	-	4	6

4.	Mediul de trasare a plachetei cu circuite imprimate	32	8	-	8	16
5.	Finisarea cablajului imprimat în format electronic	24	6	-	6	12
Total		120	30	-	30	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Nr. ore
1. Elemente de proiectare asistată de calculator			
1) Interfața programului Altium Designer (accesibilitatea, organizarea și navigarea prin instrumente și opțiuni)	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2) Capacitățile de performanță ale sistemelor de proiectare	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
3) Modul de integrare cu alte software-uri, simulatoare de circuite, instrumente de analiză	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4) Proiecte reale realizate cu diverse sisteme de proiectare PCB	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2. Prelucrarea schemei electrice			
1) Criterii de selectare a schemei electrice de principiu	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
2) Crearea bibliotecilor cu simbolurile componentelor electronice	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
3) Standarde pentru crearea simbolurilor componentelor electronice	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
4) Simbolizarea alfanumerică a componentelor din schemă	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
5) Atribuirea simbolurilor pentru componentele electronice din schemă	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
6) Modalități de introducere a parametrilor conform simbolurilor componentelor electronice	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
7) Integrarea simbolurilor personalizate în procesul de	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore

proiectare a schemelor			
8) Utilizarea componentelor electronice din biblioteca programului	Referat structurat	Prezentarea referatului	2 ore
9) Asamblarea schemei de principiu în funcție de schema din sarcina tehnică	Schema asamblată	Prezentarea schemei în PPP	2 ore
3. Crearea fișierului cablajului imprimat conform schemei electrice			
1) Consultarea bibliotecilor de capsule, atribuirea codului de capsulă componentelor din circuit	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2) Verificarea schemelor electrice conform regimurilor de funcționare	Raport: Verificarea schemei prin simulare la calculator	Prezentarea raportului	2 ore
3) Transferul și importul componentelor în mediul de trasare a cablajului	Raport: Verificarea schemei prin simulare la calculator	Prezentarea raportului	2 ore
4. Mediul de trasare a plachetei cu circuite imprimate			
1) Proiectarea și implementarea capsulelor THT (Through Hole Technology) personalizate	Referat tehnic structurat	Prezentarea referatului	2 ore
2) Proiectarea și implementarea capsulelor SMT (Surface Mount Technology) personalizate	Placheta cu piesele asamblate	Prezentarea plachetei	2 ore
3) Instrumente disponibile (Footprint Generator Wizard) pentru a crea designul capsulelor	Raport de analiză a schemei	Prezentarea analizei schemei	2 ore
4) Poziționarea și amplasarea optimă a componentelor electronice pe placheta cu circuite imprimate	Referat cu argumentare a poziționării optime	Prezentarea argumentării	2 ore
5) Setarea algoritmului de rutare a plachetei cu circuite imprimate	Algoritmul de rutare	Prezentarea algoritmului	2 ore
6) Rutarea cablajului imprimat folosind instrumente standard	Prezentare în 3D a operației de rutare manuală	Demonstrarea operației de rutare	2 ore
7) Autorutarea cablajului imprimat folosind instrumente avansate	Prezentare în 3D a operației de rutare automată	Demonstrarea operației de rutare	2 ore

8) Verificarea fezabilității rutării prin afișarea grafului de densitate (PDN Analyzer)	Proiect individual	Prezentarea proiectului	2 ore
5. Finisarea cablajului imprimat în format electronic			
1) Aspectul final al cablajului imprimat în Layout	Set de capturi de ecran (screenshoturi)	Prezentarea capturilor de ecran	2 ore
2) Standarde și cerințe relevante pentru cablajele imprimate	Analiza respectării standardelor	Prezentarea analizei	2 ore
3) Instrumente de simulare pentru a asigura corectitudinea și funcționalitatea circuitelor	Lista instrumentelor cu parametrii acestora	Explicarea destinației instrumentelor	2 ore
4) Procesul de verificare a circuitelor înainte de generarea fișierelor de producție	Rezultatele verificării	Prezentarea rezultatelor	2 ore
5) Generarea și evaluarea fișierelor Gerber pentru vederile straturilor cablajului imprimat	Rezultatele evaluării fișierelor	Prezentarea rezultatelor	2 ore
6) Procesul de pregătire a cablajului imprimat pentru printare	Portofoliu de finalizare	Prezentarea portofoliului	2 ore
Total			60 ore

VIII. Lucrările de laborator recomandate

Nr. d/o	Denumirea lucrării de laborator	Număr de ore
1	Descrierea programului Altium Designer și instalarea acestuia	2
2	Crearea proiectului și adăugarea librărilor	2
3	Elaborarea simbolurilor grafice convenționale ale elementelor electrice în Altium Designer (Partea 1)	2
4	Elaborarea simbolurilor grafice convenționale ale elementelor electrice în Altium Designer (Partea 2)	2
5	Modificarea referințelor și valorilor componentelor	2
6	Elaborarea suprafețelor de contact pentru elementele electronice în CAD Altium Designer (Partea 1)	2
7	Elaborarea suprafețelor de contact pentru elementele electronice în CAD Altium Designer (Partea 2)	2
8	Crearea legăturilor dintre simboluri și suprafețele de contact în Altium Designer	2
9	Elaborarea schemelor electrice principale cu ajutorul redactorului Schematic Altium Designer	2
10	Amplasarea suprafețelor de contact pe suprafața cablajului imprimat cu ajutorul redactorului PCB	2

11	Inițializarea și editarea proiectului cablajului imprimat în programul Altium Designer	2
12	Trasarea în regim automat a cablajului imprimat în Altium Designer	2
13	Imprimarea documentației în programul Altium Designer și convertirea ei în formate pentru alte aplicații	2
14	Verificarea legăturilor electrice	2
15	Generarea și editarea fișierelor raport, imprimarea vederilor cablajului	2
Total		30 ore

IX. Sugestii metodologice

Modulul *Proiectarea asistată de calculator* este un curs de formare și dezvoltare a fundamentului competențelor profesionale ale viitorilor specialiști care trebuie să dețină cunoștințe și abilități de proiectare și executare a cablajelor imprimate.

Strategii didactice

Pentru a atinge rezultatele învățării care să contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale, strategiile didactice la modulul *Proiectarea asistată de calculator* vor fi axate preponderent pe activizarea structurilor funcțional-acționare ale elevilor și pe dezvoltarea potențialului psihofizic al acestora.

Metode didactice

Dat fiind caracterul practic al procesului de instruire, profesorul va selecta metode și tehnici didactice axate pe formarea aptitudinilor și deprinderilor praxiologice necesare.

Un rol important în formarea deprinderilor practice, dar și în dezvoltarea gândirii creative a elevilor îl au lucrările de laborator și lucrările practice, axate pe dezvoltarea de noi abilități:

- aplicarea softului de proiectare asistată de calculator;
- crearea desenelor pentru circuite electronice;
- amplasarea componentelor pe plachetă;
- rutarea cablajului imprimat;
- printarea cablajului imprimat.

Pentru a atinge rezultatele învățării scontate, se recomandă aplicarea metodelor și tehnologiilor de predare care fac parte din:

- instruirea problematizată;
- instruirea euristică;
- instruirea demonstrativă;
- instruirea prin proiecte;
- simularea.

Ținând cont de specificul modulului, precum și în scopul formării competențelor profesionale, se recomandă aplicarea în procesul de predare/învățare a metodelor algoritmice (algoritmizarea și metoda exercițiului), dar și a unor strategii de tip euristic.

Algoritmizarea este o metodă de predare-învățare care constituie un ansamblu de operații executate într-o ordine relativ constantă, prin parcurgerea cărora poate fi rezolvată o serie largă de probleme de același tip.

Exercițiul presupune executarea unor operații, mintale sau motrice, în mod conștient și repetat, în vederea interiorizării unui model de acțiune, precum și a formării și consolidării unor cunoștințe și abilități. Aceasta este o metodă cu caracter algoritmic, în sensul că presupune repetarea identică a unor acțiuni până la formarea unei abilități. Cu toate acestea, exercițiul nu vizează doar formarea de abilități practice, ci poate fi aplicat și în domeniul teoretic, având ca scop: adâncirea înțelegerii unor noțiuni, reguli, principii și teorii, dezvoltarea operațiilor mintale și constituirea lor în structuri operaționale, consolidarea capacității operatorii a cunoștințelor, dar și dezvoltarea unor trăsături morale, de voință și de caracter.

Proiectul reprezintă o modalitate de instruire sau autoinstruire când elevii efectuează o cercetare orientată spre obiective practice și finalizată cu un produs, ce poate fi o schiță, o schemă, o prezentare, o culegere tematică informațională despre părți componente, o culegere de imagini etc.

Procesul de studiu la unitatea de curs „Proiectarea asistată de calculator” va deveni unul eficient dacă va fi însoțit de „Portofoliul activităților individuale al elevului”. Se recomandă ca, de-a lungul instruirii la acest curs, elevii să mențină un portofoliu structurat în două secțiuni.

În partea I a portofoliului elevul colectează și analizează informații, știri și inovații în domeniul tehnologiilor de obținere a cablajelor imprimate.

În partea a II-a elevul va scrie concluzii asupra celor învățate prin activități practice și individuale propuse la fiecare unitate de învățare. Această secțiune a portofoliului ar trebui să includă o colecție de experiențe și activități pe care elevul le-a realizat în cadrul orelor de activitate individuală pe tot parcursul semestrului.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Noile direcții de dezvoltare a evaluării în pedagogia modernă reclamă transferul de la evaluarea axată pe inițiativa profesorului de a controla, la evaluarea centrată pe învățare, adică pe inițiativa elevului de a reflecta asupra propriului proces de cunoaștere, învățând din greșeli. Strategiile de evaluare centrate pe învățare și formare se regăsesc în categoria strategiilor de evaluare interactivă, care presupun existența unui parteneriat între profesor și elev, care are la bază procese de colaborare și care vizează responsabilizarea elevului în cadrul proceselor de învățare și evaluare.

Astfel, activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor prin oferirea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, precum și prin evidențierea succeselor la fiecare etapă de învățare.

Metode de evaluare formativă recomandate:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, care permite evaluarea înțelegerii conceptelor, a capacităților, dar și a atitudinilor față de o sarcină dată;
- autoevaluarea, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele și standardele educaționale și își poate modifica programul propriu de învățare;
- evaluarea reciprocă, metodă care contribuie la responsabilizarea, conștientizarea, implicarea elevilor în evaluare, la socializarea grupului de elevi, la coparticiparea acestora la formarea semenilor, precum și la intensificarea convingerilor proprii;
- metoda lucrărilor de laborator, prin care se evaluează ce a înșușit elevul la lecțiile de teorie, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei parcurse, a materialelor și a instrumentelor.

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

Evaluarea sumativă va fi efectuată la finele modulului sub formă de examen asistat de calculator, constituit din proba teoretică (test scris) și proba practică. La elaborarea instrumentelor de evaluare, profesorul va ține cont de *scopul evaluării sumative*: se măsoară *rezultatele învățării*, și nu procesul de învățare.

Pentru proba practică, se recomandă efectuarea unor operații din programul Altium Designer, prin care elevii vor demonstra capacitățile lor de aplicare în practică a cunoștințelor dobândite. Probele practice răspund unui deziderat al pedagogiei moderne, și anume cel de „a ști să faci”.

Operațiile recomandate pentru proba practică *de evaluare a rezultatelor învățării, în baza situațiilor-problemă de la viitoarele locuri de muncă*, sunt:

- aplicarea softului de proiectare asistată de calculator;
- crearea desenelor pentru circuite electronice;
- amplasarea componentelor pe plachetă;
- printarea cablajului imprimat.

În calitate de *produse recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării* sunt:

- capturi de ecran cu configurări ale pachetului de programe;
- componente create;
- biblioteci create;
- reprezentări grafice ale cablajelor imprimate;
- trasee create conform dimensiunilor standard;
- culorile setate;
- componente amplasate optim;
- fișiere Gerber generate;
- fișiere raport generate;
- schema electrică printată;
- cablajul imprimat proiectat.

Criteriile de evaluare a produselor vor include:

- Corespunderea produselor cu cerințele tehnice.
- Corectitudinea datelor în baza cărora este elaborat proiectul schemei electrice.
- Corectitudinea selectării materialelor.
- Relevanța componentelor electronice utilizate.
- Corectitudinea amplasării componentelor pe schemă.
- Corectitudinea reprezentării legăturilor dintre componentele schemei proiectate.
- Corectitudinea datelor în baza cărora se va imprima schema cablajului.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va prezenta portofoliul completat cu produsele studiului individual, prin care se evaluează experiența de învățare individuală a elevului;
- va efectua toate lucrările de laborator, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de proiectare asistată de calculator.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs

Pentru orele teoretice	Tablă interactivă sau proiector, conexiune la Internet
Pentru orele de laborator	Laborator de informatică care asigură fiecărui elev un calculator, conexiune la Internet.
Cerințe tehnice	
Parametrii tehnici minimi ai 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

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată, accesată resursa	Nr. de exemplare disponibile
1.	Altium, https://www.scribd.com/doc/258056292/Tutorial-Altium-docx	Internet	–
2.	C. Ionescu. <i>Tehnici CAD de elaborare a modulelor electronice</i> . Buc., 2013.	Biblioteca	–
3.	Ionescu R., Mircea A. <i>Proiectarea asistată de calculatori electronici</i> . București, 2006.	Internet	–
4.	Istvan Sztojanov, Sever Pașca. <i>Analiza asistată de calculator a circuitelor electronice. Ghid practic. PSpice</i> . Ed. Teora, 1997.	Biblioteca	–
5.	Dan Pitică, Călin Gheorghe, Mircea Băbăcan. <i>Proiectarea plachetelor electronice</i> . Cluj-Napoca, 1997.	Biblioteca	–
6.	S. Lungu. <i>Electronică pentru subingineri</i> . București, 1981.	Internet	–
7.	<i>Proiectarea asistată a plachetelor electronice. Îndrumător de laborator</i> , https://gradu.ro/cursuri/electronica/module-electronice-161881	Internet	–
8.	http://www.scribub.com/tehnica-mecanica/PROCEDURA-PENTRU-PROIECTAREA-U65391.php	Internet	–
9.	Borza, Emilian. <i>Proiectarea asistată de calculator</i> . Cluj-Napoca, 2009. ISBN 978-973-662-515-2 CZU 004	Internet	–