



Ministerul Educației al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Director

Vasile Vrînceanu
Vasile VRÎNCEANU



17 Aprilie 2017

Curriculumul modular
S.07.O.022 Proiectarea asistată de calculator

Specialitatea: **71420 - Automatizarea proceselor tehnologice**

Calificarea: **311411 - Tehnician automatizare a proceselor de producție**

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autori:

1. Adrian GRĂDINARU, cadru didactic, grad didactic superior, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică.
2. Sergiu IAȚMIRSCHI, cadru didactic, grad didactic unu, Colegiul Politehnic din Bălți.

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Director

Vasile VRÎNCEANU

17 Aprilie 2017

Recenzenți:

1. Denis ȚAPOTEI, șef secție „Automatica și aparate de măsură și control” Fabrica S.A. „Bucuria”.
2. „EBS Integrator” SRL, adresa: str. Ion Inculeț 33, mun. Chișinău, director Aremesu Vitalie.

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. Competențele profesionale specifice modulului	4
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 de laborator recomandate	9
IX. Sugestii metodologice	9
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale	11
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	16
XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....	17

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, modul își propune familiarizarea cu pachete de programe și parcurgerea etapelor de proiectare asistată a plachetelor cu cablaj imprimat.

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 ușurării procesului de proiectare a plachetelor cu cablaj imprimat și de obicei stochează datele despre etapele proiectării, componentele și alte elemente ale schemelor în librării atașate proiectului, etc.

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

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

- F.01.O.009 Materiale și componente pasive;
- F.02.O.010 Electrotehnică;
- F.04.O.012 Dispozitive electronice și microelectronice;
- F.06.O.014 Analiza și sinteza circuitelor numerice;
- S.05.O.018 Electronică industrială I;
- S.06.O.019 Electronică industrială II;
- S.01.A.027 Desen tehnic în domeniu.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Modulul „Proiectarea asistată de calculator” prezintă etapele de proiectare și structurare a diferitor tipuri de scheme electrice în plachete electronice ce posedă un cablaj imprimat.

Unitatea de curs „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 electronice; selectarea componentelor schemelor electrice și trasarea cablajelor pe plachetele imprimate.

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

- descrierea structurii și etapelor de parcurgere ale pachetului de programe destinat pentru proiectarea asistată de calculator;
- crearea proiectelor pentru scheme electronice;
- crearea de noi simboluri ale componentelor;
- crearea de noi librării;
- atribuirea inscripțiilor pentru componentele plachetei;
- utilizarea editorului topologiei plachetelor imprimate;

- generarea listei de materiale;
- realizarea de noi amprente pentru componentele plachetei;
- reamplasarea componentelor pe plachetă;
- rutarea cablajului imprimat;
- imprimarea plachetei cu cablaj imprimat.

III. Competențele profesionale specifice modului

Competențele profesionale ale viitorului absolvent evidențiază capacitatea de a integra cunoștințele teoretice cu deprinderile practice în realizarea activității profesionale și a obține performanțe descrise în calificarea profesională. Astfel modulul **Proiectarea asistată de calculator** formează următoarele competențe profesionale specifice:

- CS1. Identificarea etapelor de proiectare asistată de calculator.
- CS2. Aplicarea softului de proiectare asistată de calculator.
- CS3. Desenarea circuitelor electronice.
- CS4. Optimizarea trasării cablajului imprimat.
- CS5. Transpunerea desenelor realizate pe un suport adecvat.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Lucrul individual	Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct				
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VII	120	30	30	60	Examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Elemente de proiectare asistată de calculator.		
UC1. Identificarea resurselor de proiectare asistată de calculator a pachetului de programe.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etapele proiectării asistată de calculator. 2. Prezentarea generală a pachetului de programe. 3. Resursele programului Capture. 4. Componentele și destinația lor. 5. Destinația librărilor. 6. Crearea și editarea schemei electrice. 7. Alimentări, legături pe schema electrică. 8. Proiectul în Capture de tip PC Board Wizard. 	<ol style="list-style-type: none"> A1. Instalarea pachetului de programe . A2. Configurarea pachetului de programe . A3. Identificarea etapelor proiectării asistată de calculator. A4. Identificarea componentelor pachetului de programe . A5. Distingerea resurselor programului Capture. A6. Definirea corectă a noțiunii de componentă. A7. Modificarea referințelor valorilor componentelor. A8. Crearea librărilor. A9. Definirea corectă a noțiunii de librărie. A10. Recunoașterea elementelor componente ale unei scheme electrice. A11. Plasarea componentelor, alimentărilor, legăturilor pe schema electrică. A12. Crearea proiectului în Capture de tip PC Board Wizard.
2. Prelucrarea schemei electrice.		
UC2. Aplicarea programului Capture pentru prelucrarea schemei electrice.	<ol style="list-style-type: none"> 9. Numerotarea automată. 10. Calitatea legăturilor electrice. 11. Inventar de materiale. 12. Indexarea componentelor (Cross reference part). 	<ol style="list-style-type: none"> A13. Descrierea noțiunii de numerotarea componentelor. A14. Clasificarea legăturilor electrice. A15. Identificarea materialelor necesare. A16. Identificarea elementelor boxei Cross Reference Part.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
3. Generarea fișierului de transfer pentru programul Layout.		
UC3. Utilizarea programului Capture pentru crearea fișierului Netlist.	13. Rolul și formatul fișierului Netlist. 14. Etapele de inițializare a proiectului cablaj. 15. Generarea fișierului Netlist. 16. Corectarea erorilor. 17. Librăriile de capsule. 18. Codul de capsulă a componentei din schemă.	A17. Descrierea formatului fișierului Netlist. A18. Distingerea etapelor de inițializare a proiectului cablaj. A19. Crearea fișierului Netlist. A20. Identificarea erorilor. A21. Crearea librăriilor de capsule. A22. Atribuirea codului de capsulă componentei din schemă.
4. Mediul Layout în trasare a cablajului.		
UC4. Elaborarea proiectului cablajului	19. Resursele programului Layout. 20. Etapele de setare a proiectului cablaj. 21. Dimensiunile plachetei electronice. 22. Conturul plăcii. 23. Straturi folosite la proiectarea plachetei electrice. 24. Conturul circuitului pentru imprimare. 25. Dimensiunile traseelor. 26. Spațieri globale. 27. Colorarea elementelor.	A23. Descrierea resurselor programului Layout. A24. Distingerea etapelor de setare a proiectului cablaj. A25. Dimensionarea plachetei electronice. A26. Editarea conturului plăcii. A27. Definirea numărului de straturi folosite la proiectarea plachetei electrice. A28. Desenarea conturului circuitului pentru imprimare. A29. Setarea dimensiunilor traseelor. A30. Setarea spațierii globale. A31. Setarea culorilor.
5. Finisarea plachetei electronice și a proiectului cablajului.		
UC5. Identificarea activităților de realizarea plachetei electronice.	28. Amplasarea componentelor pe placheta electronică. 29. Rutarea manuală și automată. 30. Fișiere Post Procesare. 31. Fișiere raport. 32. Obținerea plachetei cu cablaj imprimat.	A32. Identificarea locațiilor componentelor pe placheta electronică. A33. Distingerea modurilor de rutare. A34. Generarea fișierelor Post Procesare. A35. Generarea fișierelor raport. A36. Imprimarea suprafețelor cablajului realizat.

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.	Elemente de proiectare asistată de calculator.	14	4	2	8
2.	Prelucrarea schemei electrice.	36	8	10	18
3.	Generarea fișierului de transfer pentru programul Layout.	14	4	4	6
4.	Mediul Layout în trasarea cablajului.	32	8	8	16
5.	Finisarea plachetei electronice și a proiectului cablajului.	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	Termeni de realizare
1. Elemente de proiectare asistată de calculator.			
Prezentarea generală a sistemului.	Studiu de caz: Facilitățile, avantajele și dezavantajele celor mai populare sisteme de proiectare asistată de calculator a PCB.	Comunicare Demonstrare	2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
2. Prelucrarea schemei electrice.			
Crearea și editarea schemei electrice.	Proiect individual: Alegerea schemei de principiu; Crearea bibliotecii de componente; Respectarea standardelor în crearea part-urilor; Trasarea conexiunilor cu legături concatenate și ierarhizate; Atribuirea inscripțiilor pentru componentele din circuit.	Prezentarea proiectului	2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
3. Generarea fișierului de transfer pentru programul Layout.			
Etapile de inițializare a proiectului cablajului.	Proiect individual: Consultarea librăriilor de capsule; Atribuirea codului de capsulă componentelor din circuit; Generarea fișierelor:	Prezentarea proiectului	2 ore
			2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
	- verificarea regulilor electrice; - listei de aprovizionare; - listelor de transfer și importul în blocul Layout.		2 ore
4. Mediul Layout în trasare cablajului.			
Resursele programului Layout. Metodele la amplasarea componentelor. Etapile de setare a proiectului cablajului. Rutarea manuală și automată.	Proiect individual: - Crearea și editarea capsulelor THT (Through Hole Technology) și SMT (Surface Mount Technology); - Cunoașterea și aplicarea eficientă a instrumentelor la rutarea cablajului imprimat; - Editarea parametrilor de rutare în cadrul Layer-elor; - Verificarea fezabilității rutajului prin afișarea grafului de densitate.	Prezentarea proiectului	2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
5. Finisarea plachetei electronice și a proiectului cablajului.			
Pregătirea datelor despre proiect pentru alte programe. Imprimarea cablaj.	Proiect individual: Aspectul final al proiectului și descrierea etapelor parcurse în obținerea cablajului imprimat. Generarea fișierelor cu vederile suprafețelor cablajului imprimat. Imprimarea suprafețelor cablajului realizat.	Prezentarea proiectului	2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore
			2 ore

VIII. Lucrările de laborator recomandate (30)

Nr. d/o	Denumirea lucrării de laborator	Nr. de ore
1	Descrierea pachetului de programe OrCAD și instalarea acestuia.	2
2	Studierea proprietăților componentelor și a simbolurilor.	2
3	Crearea componentelor și librăriilor.	2
4	Crearea și editarea schemelor cu legături ierarhizate și concatenate.	4
5	Modificarea referințelor și valorilor componentelor.	2
6	Verificarea legăturilor electrice și generarea fișierelor de raportare.	2
7	Transferul din blocul OrCAD Capture în blocul OrCAD Layout.	2
8	Inițializarea proiectului cablajului imprimat în OrCAD Layout.	2
9	Crearea capsulelor pentru componente în OrCAD Layout.	2
10	Etapile pregătitoare rutajului PCB-lui, rutarea manuală în OrCAD Layout.	2
11	Rutarea interactivă și automată a PCB-lui în OrCAD Layout.	2
12	Proiectarea cablajului imprimat combinat cu componente THD și SMD.	4
13	Generarea și editarea fișierelor raport, imprimarea vederilor cablajului imprimat.	2
	Total, ore	20

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 plăci 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 și obținerea unei plachete cu cablaj imprimat apar situații când este necesar de a prezenta elevului mostre ale cablajelor deja elaborate. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre elevi își va aduce aportul la analiza și evaluarea acestora. 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: *Elemente de proiectare asistată de calculator; Prelucrarea schemei electrice; Mediul Layout în trasarea cablajului.*

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: *Prelucrarea schemei electrice; Generarea fișierului de transfer pentru programul Layout; Finisarea plachetei electronice și a proiectului cablajului.*

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 elevii colectează și analizează informații, știri și inovații în domeniul tehnologiilor de obținere a cablajelor imprimate. 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 cu consultarea documentației tehnice, cercetări și alegerea soluției optime, 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.	Generarea fișierului de transfer pentru programul Layout.	Studiul de caz. Conversația euristică. Demonstrația.	Modelarea. Simularea. Problematizarea.	Elaborarea de proiecte. Activități creative.
4.	Mediul Layout în trasarea cablajului.	Studiul de caz. Descoperirea. Asaltul de idei. Exercițiu. Demonstrația..	Problematizarea. Metodele de simulare. Trasarea cablajului.	Elaborarea de proiecte. Modelarea. Activități creative.
5.	Finisarea plachetei electronice și a proiectului cablajului.	Studiul de caz. Exercițiu. Expunerea. Conversația euristică. Demonstrația.	Simularea. Demonstrația. Observația. Studiu de caz. Imprimarea schemei cablaj.	Elaborarea de proiecte. Modelarea. 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 în tabelul de mai jos:

Nr. crt.	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
1.	Exercițiu rezolvat	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Expune tematica lucrării în cauză. • Utilizează formulări proprii, fără a distorsiona mesajul lucrării supuse rezumării.

Nr. crt.	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
		<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 evidente, lizibile 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 citeț, lizibil. plasarea clară în pagină.
6.	Studiu de caz	<ul style="list-style-type: none"> • 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 evidentă a subiectului, problematicii și formularea. • Logica sumarului.

Nr. crt.	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
		<ul style="list-style-type: none"> • Referință la programe. • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 elementelor grafice (în cazul itemilor cu zone grafice active). • Calitatea grafică a prezentării răspunsului.
8.	Test de laborator realizat	<ul style="list-style-type: none"> • 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 configurații ale pachetului de programe;
- componente create;
- librării create;
- simboluri create;
- fișierul Netlist generat;
- cerințele tehnice față de plachetele electronice realizate;
- reprezentări grafice ale plachetei electronice;
- dimensiunile setate a traseelor;
- spațierile globale setate;
- culorile setate;
- componente amplasate;
- fișiere Post Procesare generate;
- fișiere raport generate;
- schema electrică imprimată;
- inventar de materiale realizat;
- placheta cablajului proiectat.

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

Nr. crt.	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
1.	Pachetul de programe instalat și configurat:	<ul style="list-style-type: none"> • Corectitudinea utilizării pachetului. • Corectitudinea setărilor implicite. • Corespunderea cerințelor tehnice. • Productivitatea muncii.
2.	Proiectul schemei electrice:	<ul style="list-style-type: none"> • 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.	Proiectul în Capture de tip PC Board Wizard:	<ul style="list-style-type: none"> • Gradul de redare a esenței programului Capture pentru realizarea proiectului de tip PC Board Wizard. • Relevanța componentelor electronice utilizate. • Consistența modului de amplasare a componentelor pe schemă • Creativitatea și originalitatea. • Originalitatea poziționării componentelor în corelare cu redarea cerințele și regulile de proiectare. • Corectitudinea reprezentării legăturilor dintre componentele schemei proiectate. • Impactul vizual și comunicativ.

Nr. crt.	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
4.	Proiectul plachetei cablajului imprimat:	<ul style="list-style-type: none"> • Corectitudinea datelor în baza cărora se va elabora proiectul plachetei cu cablaj. • Relevanța cerințelor față de proiectul plachetei cu cablaj. • Completitudinea cerințelor față de proiectul plachetei cablajului.
5.	Inventar de materiale:	<ul style="list-style-type: none"> • Corectitudinea selectării materialelor. • Gradul de exactitate a redării materialelor utilizate. • Consistența materialelor în proiectul schemei. • Oportunitatea și periodicitatea actualizării conținutului inventarului de materiale.
6.	Amplasarea componentelor:	<ul style="list-style-type: none"> • Gradul de redare a locațiilor pentru componente. • Relevanța componentelor utilizate. • Consistența modului de amplasare a componentelor pentru realizarea chemei cablajului. • Creativitatea și originalitatea. • Originalitatea poziționării componentelor în corelare cu redarea cerințelor față de schema cablajului. • Corectitudinea reprezentării legăturilor dintre componentele schemei și cele ale cablajului. • Impactul vizual și comunicativ.
7.	Schema imprimată a cablajului:	<ul style="list-style-type: none"> • Corectitudinea datelor în baza cărora se va imprima schema cablajului. • Relevanța cerințelor față de imprimarea schemei cablajului. • Completitudinea cerințelor față de imprimarea schemei cablajului.

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	Procesor: 2 GHz

calculatorului	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

Vor fi indicate doar resursele didactice ce sunt puse la dispoziția elevilor de către instituția de învățământ, ce pot fi procurate sau accesate de către elevi.

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	I. Coman, Ghid practic de utilizare „OrCAD-9xx”, Manual de uz intern, 92 pagini.	Biblioteca	-
2.	C. Ionescu, „Tehnici CAD de elaborare a modulelor electronice”, 275 pagini.	Biblioteca	-
3.	Разевиг В. Д., “Система проектирования OrCAD 9.2”, Солон-Р, Москва, 2001., 269 pagini.	Biblioteca	-
4.	S. Iațimirschi, A. Grădinaru, Îndrumar de laborator pentru proiectare în mediu OrCad-9xx, 82 pagini	Biblioteca	-
5.	Iștvan Sztojan, Sever Pașca, “Analiza asistată de calculator a circuitelor electronice”. Ghid practic. Pspice. Ed. Teora 1997.	Biblioteca	-
6.	Dan Pitică, Călin Gheorghe, Mircea Băbăcan. “Proiectarea plachetelor electronice”. Cluj- Napoca, Editura albastră, 1997.	Biblioteca	-
7.	https://ro.scribd.com/document/55432879/indrumator-TME OrCAD 9	Internet	-
8.	http://electronicaazi.ro/2002/03/07/orcad-captureghidul-utilizatorului-versiunea-9-5/	Internet	-
9.	https://gradu.ro/cursuri/electronica/module-electronice-161881	Internet	-
10.	http://www.scribub.com/tehniceamecanica/PROCEDURA-PENTRUPROIECTAREA-U65391.php	Internet	-