



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

"Aprob"

**Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică**

Vasile Vrînceanu

27 decembrie 2016



Curriculumul modular

S.08.O.027 Tehnologia producerii și construcția aparatajului electronic

Specialitatea: 071440 - Electronică

Calificarea: Tehnician electronică

Chișinău 2016

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:

ȘEREMET Emil, grad didactic II, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

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

Director

Vasile Vrînceanu

27 decembrie 2016



Recenzenți:

1. Institutul de Energetică al AȘM, adresa: str. Academiei 5, mun. Chișinău, director, doctor în tehnică **ȚÎRȘU Mihai**.
2. ÎM STEINEL IMMOBILEN UND MANAGEMENT SRL, adresa: sec. Ciocana, str. Sadoveanu M., 42/3, mun. Chișinău, administrator **CUNUP Ruslan**.

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>

Cuprins:

I. Preliminarii	4
II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesionala	4
III. Competențe profesionale specifice modulului	4
IV. Administrarea modulului	5
V. Unitățile de învățare	5
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	6
VII. Studiu individual ghidat de profesor	7
VIII. Lucrările practice recomandate	7
IX. Sugestii metodologice	7
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale	8
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	9
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	10

I. Preliminarii

Curriculumul modular **Tehnologia producerii și construcția aparatajului electronic** este unul din modulele fundamentale în pregătirea specialităților din domeniul tehnicii moderne de calcul și este destinat, atât pentru formarea erudiției de tehnician cât și pentru asimilarea cunoștințelor speciale în domeniu. Studiarea acestui modul se bazează pe cunoștințele elevilor acumulate în cadrul unităților de curs:

F.02.O.011 Electrotehnică

F.01.O.009 Componente și circuite pasive

și, la rândul lui, servește ca bază pentru modulele de specialitate.

Curriculumul cuprinde trei unități de conținut: Tehnologia cablajelor imprimate, Proiectarea cablajelor imprimante, Tehnologia evacuării căldurii în electronică, Proiectarea radioaparatajului cu evidența cerințelor de fiabilitate.

Prezentările sunt simple, plecând de la experimente fundamentale și se completează cu formule matematice care asigură suportul științific al raționamentelor.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesionala

Progresele societății moderne sunt legate fără îndoială de performanțele tehnologiilor moderne, de creșterea randamentelor tuturor activităților ce concură la asigurarea vieții pe Pământ. În acest sens, trebuie remarcat că suportul cablajului imprimat stă la baza tuturor dispozitivelor electronice. Fabricația a unui nou produs rezultă – sau ar trebui să rezulte, din recunoașterea faptului că există – sau va exista în timp rezonabil, cel puțin un beneficiar capabil să achiziționeze produsul în condiții care să amortizeze investiția și să asigure profit consistent. Aceasta este condiția “sine qua non” a producției capitaliste, care asigură progresul în toate domeniile activității umane. Existența acestei condiții se determină prin studii de piață (marketing), solicitări ale unor potențiali beneficiari, prin intuiția unei persoane cu putere de decizie etc. Rezultatul acestor activități constă în apariția unei teme de proiectare a cablajelor imprimate.

III. Competențe profesionale specifice modulului

CSM1. Comunicarea profesională utilizând limbajul specific tehnicii contemporane.

CSM2. Explorarea și experimentarea dirijată a proceselor tehnologice moderne de realizare a cablajelor imprimate.

CSM3. Modelarea cablajelor în baza circuitelor electrice și electronice.

CSM4. Acordarea de asistență în elaborarea desenului cablajului imprimat.

CSM5. Asamblarea părților mecanice ale dispozitivelor electronice conform asamblărilor mecanice.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VIII	60	30	10	20	examen	2

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. CONSTRUCȚIA PĂRȚILOR MECANICE ALE ECHIPAMENTELOR ELECTRONICE		
UC1. Asamblarea mecanică în construcția echipamentelor electronice.	<ul style="list-style-type: none"> - Particularitățile constructive, tehnologice și organizatorice în fabricația ERE. - Asamblari mecanice. Clasificare. Imbinări nedemontabile prin sudare cu gaze, arc electric prin puncte prin rezistența electrică. - Asamblări demontabile. Asamblari prin filet, imbinări prin pene. Imbinari prin efect elastic. Interconectari prin wrapare. 	<p>A1. Alegerea materialelor pentru construcția carcaselor echipamentelor radioelectronice.</p> <p>A2. Executarea asamblărilor demontabile în construcția aparatului electronic</p>
2. TEHNOLOGIA CABLAJELOR IMPRIMATE		
UC2. Aplicarea metodelor de imprimare a desenului pe cablajul imprimat.	<ul style="list-style-type: none"> - Structura cablajelor imprimate. Materiale de baza și semifabricate pentru cablaje imprimate. - Tehnologii substructive de realizare a CI. Procedee mecanic. Procedee chimice (gravare). - Tehnologii de imprimare a desenului cablajelor imprimate. Imprimarea fotografica, serigrafica. Metoda offset. - Tehnologii aditive de realizare a CI. Cuprarea chimică. Depanarea galvanică. Realizarea prin transfer a CI. Pulverizarea metalică. CI realizate cu pulberi presate. 	<p>A3. Aplicarea tehnologiilor substructive de realizare a CI.</p> <p>A4. Aplicarea metodelor de depunere electrochimică a metalelor.</p> <p>A5. Verificarea metodelor de realizare și protecție a cablajelor multistrat</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	- Tehnologii de fabricație a cablajelor multistrat. Realizarea CI dublu față.	
3. METODE DE ÎNCERCARE A CABLAJELOR IMPRIMATE		
UC3. Racordarea metodelor de încercare a foliei de cupru.	- Metode de încercare a cablajelor imprimate. - Lipirea componentelor pe cablaje imprimate	A6. Aplicarea metodelor de încercare a cablajelor imprimate. A7. Aplicarea tehnologiilor de lipire a componentelor electronice.
4. PROIECTAREA CABLAJELOR IMPRIMATE		
UC4. Oferirea de asistență tehnică în realizarea cablajelor imprimante.	- Analiza condițiilor tehnice de exploatare. - Calculul constructiv-tehnologic a cablajului. - Calculul electric al cablajului imprimat. - Acoperirea de protecție, operații pregătitoare la realizarea cablajelor imprimate. - Aspecte ergonomice în construcția echipamentului electronic.	A8. Executarea calculelor constructiv-tehnologice și electrice a cablajelor imprimate. A9. Depunerea metalului de protecție pe cablajul imprimat. A10. Construirea echipamentelor radioelectronice cu respectarea aspectelor ergonomice.

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.	Construcția părților mecanice ale Echipamentelor electronice	8	6	-	2
2.	Tehnologia cablajelor imprimate	18	10	2	6
3.	Metode de încercare a cablajelor imprimate	10	4	-	6
4.	Proiectarea cablajelor imprimate	24	10	8	6
	Total	60	30	10	20

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
<p>1.1 Particularitățile constructive, tehnologice și organizatorice în fabricația echipamentului de uz casnic.</p> <p>1.2 Acoperiri de protecție a Cl. Protecția plastică. Protecția metalică.</p> <p>1.3 Lipirea componentelor pe Cl. Lipirea cu ciocan de lipit. Lipire prin imersie. Lipire în cascadă. Lipirea în val.</p> <p>1.4 Măsurarea rezistenței de suprafață a cablajului imprimat.</p> <p>1.5 Măsurarea rezistenței de volum a cablajului imprimat</p> <p>1.6 Proiect individual cu utilizarea calculului orientativ a ariei cablajului.</p> <p>1.7 Determinarea diametrelor minimale ale găurilor metalizate și găurilor de montare.</p> <p>1.8 Calculul diametrelor suprafeței de contact. Calculul lărimii traseelor conductoare.</p> <p>1.9 Calculul spațiului minim dintre trasee.</p> <p>1.10 Căderea de tensiune pe traseele conductoare. Rezistența de pierderi.</p> <p>1.11 Capacitatea dintre două trasee paralele. Utilizarea nomenclatorului tehnic cu fiabilitatea echipamentelor radioelectronice.</p>	Srudiul de caz.	<p>Demonstrarea</p> <p>1. Corespunderea cu schema electrică principală.</p> <p>2. Selectarea corectă a lărimii traseelor.</p> <p>3. Corectitudinea traseelor conform normelor.</p> <p>4. Realizarea măsurilor de protecție a traseelor conductoare.</p>	Săptămâna 8

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Selectare schemei electrice principale și realizarea listei elementelor.
2. Efectuarea calculului constructiv-tehnologic al cablajului imprimat.
3. Efectuarea calculului electric al cablajului imprimat.
4. Realizarea desenului de ansamblu.
5. Asigurarea fiabilității la etapa de proiectare.

IX. Sugestii metodologice

Locul de desfășurare a activităților de învățare se recomandă a fi o sală echipată cu o tablă interactivă, conexiune la Internet – pentru îmbunătățirea instruirii interactive. La

lecțiile practice și este necesar să existe un număr de stații de lucru egal cu numărul elevilor din clasă. Se propune utilizarea metodelor de predare-învățare activ-participative, printre avantajele cărora putem enumera următoarele:

- Sunt centrate pe elev și activitate;
- Pun accent pe dezvoltarea gândirii, formarea aptitudinilor și a deprinderilor;
- Încurajează participarea elevilor, inițiativa, implicarea și creativitatea;
- determină un parteneriat profesor-elev prin realizarea unei comunicări multidirecționale;

Se recomandă orientarea către metode bazate pe rezolvarea unor sarcini de lucru, utilizându-se cu precădere rezolvarea unei game cât mai variate de aplicații practice și punându-se accent pe realizarea cu exactitate și la timp a cerințelor sarcinilor de lucru. Realizarea proiectelor în cadrul activităților practice va urmări dezvoltarea abilităților de lucru în echipă.

Se vor alege cele mai potrivite metode didactice: descoperire, discuția în grup, dezbateră/masa rotundă, studiul de caz, observația individuală. Specificul modulului impune metode didactice interactive, recomandând mai ales învățarea prin metode practice/activități de laborator, proiecte, portofoliul electronic. În activitățile individuale, accentul se va pune pe studiere, analiza și sistematizarea materialului teoretic și practic în scopul îndeplinirii sarcinilor de lucru individual. Acestea vor fi prezentate în formă de portofolii, proiecte, sarcini specifice etc.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea competențelor profesionale se va realiza prin intermediul sarcinilor practice pe parcursul unităților de învățare.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor în obținerea unui feedback continuu. Acestea le vor permite să intervină în procesul propriu de învățare, să se autoevalueze, să evidențieze succesele și insuccesele.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor și modul lor de realizare.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza prin susținerea lucrărilor practice și derularea prezentărilor.

Evaluarea sumativă.

Unitatea de învățare 1. Montarea/demontarea corectă a unui echipament electronic.

Unitatea de învățare 2 și 3. Realizarea cablajului imprimat conform normativelor.

Evaluare finală – examen.

La proba de examen elevul va îndeplini o sarcină practică care constă în realizarea cablajului imprimat după anumite cerințe:

- Elaborarea desenului cablajului imprimat în programa de desenat Layout
- Corectitudinea desenului
- Realizarea cât mai compactă a desenului.

Nr. crt	Produse pentru măsurarea competenței	Criterii de evaluare a produselor
1.	Calculul cablajului. 1. Calculul cablajului	<ul style="list-style-type: none">• Alegerea pasului rețelei de coordonate.• Elaborarea desenului cablajului conform calculelor efectuate.

	imprimat. 2. Desenul tehnic al cablajului imprimat. 3. Cablajul imprimat optimizat. 4. Cablajul imprimat monostrat realizat. 5. Cablaj imprimat dublustrat realizat. 6. Cablajul imprimat corodat. 7. Trasee conductoare metalizate. 8. Cablaj acoperit cu lac de protecție.	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizarea cablajului imprimat. • Corectitudinea trasării traseilor conductoare. • Evitarea scurtcircuitărilor pe cablajul imprimat. • Realizarea cablajului imprimat, mono strat sau dublustrat. • Transpunerea desenului de pe hârtie pe cablaj. • Tehnologia de depunere a traseilor pe cablajul imprimat. • Corodarea cablajului imprimat. • Calitatea traseilor conductoare obținute prin diferite tehnologii de transpunere a desenului cablajului imprimat. • Metalizarea traseilor conductoare. • Tehnologiile de metalizare a traseilor conductoare. • Acoperirea cu lacuri de protecție. • Metode de protecții plastice. • Calitatea produsului final. • Fiabilitatea cablajului imprimat.
--	---	--

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Nr. crt.	Denumirea resursei	№ (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet.	1/4elevi
2.	Baie galvanică	4
3.	Generator de curent continuu 60-100V.	4
4.	Metale de protecție Al, Cu, Pd, Ni, Cd.	
5.	Material fotorezistiv	1 kg
6.	Cablaj imprimat	1 m ²
7.	Cositor	5 kg
8.	Bai de lipire în val, cascadă, imerție.	1
9.	Imprimantă	1
10.	Peliculă de celuloidă	1 m ²
11.	Lampă ultravioletă	1
12.	Soluție de corodare FeCl ₃	1 kg

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa
1	V. Catuneanu Electronica în imagine Bucuresti. 1990	biblioteca
2	М. Парфенов Проектирование конструкций радио электронной аппаратуры. М: Радио и связь, 1989.	biblioteca
3	М. Catuneanu - Tehnologie electronică. Rotaprint. 2001	biblioteca
4	А. Я. Савельев Конструирование ЭВМ и систем . М: Высшая школа , 1989.	Biblioteca
5	radio.ubm.ro/EA/Documente/.../Tehnologie/.../Tehnologie%20Electronica-curs1.ppt	internet
6	vega.unitbv.ro/.../Curs%20Tehnologie%20electronica.../T.E.-%20Cap.1-Obiectul%20cu	internet
7	www.islavici.ro/cursuriold/Tehnologie%20an%205_09.pdf	internet