



**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.06.O.020 Electronica de putere**

**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:**

**CAPBĂTUT Sergiu**, 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

27 decembrie 2016



**Recenzenți:**

1. Institutul de Energetică al AȘM, adresa: str. Academiei 5, mun. Chișinău, director, doctor în tehnică **TÎRȘU 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>I. Preliminarii .....</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională.....</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice modulului.....</i>	<i>4</i>
<i>IV. Administrarea modulului .....</i>	<i>5</i>
<i>V. Unitățile de învățare .....</i>	<i>5</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>8</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate.....</i>	<i>9</i>
<i>IX. Sugestii metodologice .....</i>	<i>9</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale .....</i>	<i>10</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii .....</i>	<i>11</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>12</i>

## I. Preliminarii

Curriculum modular la unitatea de curs **Electronica de putere** este parte componentă a programului de formare profesională în conformitate cu planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației, la 15 august 2016, nr. înregistrare SC-64/16., specialitatea 71440 Electronică, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea Tehnician electronist.

Unitatea de curs **Electronica de putere** va contribui la dezvoltarea competențelor profesionale a tehnicianului cu atribuții de asigurare a mentenanței elementelor din circuitele electronice de putere: redresoarele, convertoarele de curent alternativ, convertoarele de curent continuu, invertoarele, circuitele de comandă.

Platforma de dezvoltare a competențelor specifice disciplinei constă în cunoștințele și abilitățile obținute în cadrul unităților de curs după cum urmează:

F.02.O.010 - Dispozitive electronice

F.02.O.011 - Electrotehnica

F.03.O.013 - Desen tehnic

F.04.O.014 - Măsurări electrice și electronice

F.04.O.015 - Circuite electronice

## II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Dezvoltarea economică a unei țări este determinată de ponderea producției autohtone din sectorul real al economiei naționale. Producția industrială și agroalimentară pentru piața internă și externă este realizată în cadrul întreprinderilor industriale.

Circuitele electronice de putere care realizează diverse procese tehnologice în cadrul acestor întreprinderi necesită un sistem de alimentare cu energie electrică fiabil. Tehnicianul electronist din cadrul entității economice va asigura mentenanța acestui sistem în conformitate cu cerințele tehnico-economice.

Studierea unității de curs **Electronica de putere** va facilita tranziția de la studii în câmpul muncii a tehnicianului în domeniu electronic. Cunoștințele și abilitățile obținute asigură șanse pentru angajare într-o întreprindere industrială, dar pot fi transferate și în alte sectoare cum ar fi: sectorul rezidențial, agroindustrial, etc. Competențele profesionale specifice disciplinei se corelează instantaneu cu competențele transversale, dezvoltă gândirea tehnică, asigură eficiența și responsabilizarea față de atribuțiile exercitate.

## III. Competențele profesionale specifice modulului

1. Citirea schemelor electronice de putere;
2. Monitorizarea și asigurarea parametrilor tehnici calitativi pentru elementele sistemului electronic de putere a unui consumator industrial;
3. Asigurarea funcționalității schemei electronicii de putere a unui consumator industrial;

4. Cercetarea și respectarea noilor tendințe în domeniul eficienței electronicii de putere a unui consumator industrial.

#### IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VI	90	44	16	30	examen	3

#### V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
<b>1. DISPOZITIVE ELECTRONICE DE PUTERE</b>		
<p><i>UC1.</i> Clasificarea dispozitivelor electronice de putere.</p> <p><i>UC2.</i> Exemplificarea dispozitivelor electronice de putere.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obiectivele electronicii putere. Circuite electronice.</li> <li>- Comutatoare electronice.</li> <li>- Clasificarea dispozitivelor electronice de putere în comutație (DEPC).</li> <li>- DEPC utilizate în echipamentele electronice de putere. Regimurile staționar și dinamic.</li> </ul>	<p>A1. Identificarea comutatoarelor electronice.</p> <p>A2. Distingerea circuitelor electronice în care se utilizează DEPC.</p> <p>A3. Identificarea regimurilor staționar și dinamic de funcționare a DEPC.</p>
<b>2. REDRESOARE</b>		
<p><i>UC3.</i> Operaționalizarea cu redresoare la diverse etape: de asistență la proiectarea redresorului; de mentenanță a elementelor din circuitele cu redresoare.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redresor trifazat necomandat ideal.</li> <li>- Redresoare trifazate comandate.</li> <li>- Redresor trifazat în punte semicomandat cu sarcină pur rezistivă.</li> <li>- Redresor monofazat monoalternanță comandat.</li> </ul>	<p>A4. Fixarea redresoarelor la diverse etape de proiectare, modernizare, exploatare a sistemului de alimentare cu energie electrică.</p> <p>A5. Asamblarea unui redresor monofazat monoalternanță comandat.</p> <p>A6. Selectarea metodei de determinare a sarcinii de calcul a redresorului în procesul de asistență în modernizare/reorganizare a</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		sistemelor de alimentare cu energie electrică A7. Executarea calculelor conform metodei selectate.
<b>3. CONVERTOARE DE CURENT ALTERNATIV</b>		
<i>UC4.</i> Operaționalizarea cu convertoare de curent alternativ la diverse etape: de asistență la proiectarea convertorului; de mentenanță a elementelor din circuitele cu convertoare de curent alternativ.	- Variator de curent alternativ. - Modificarea frecvenței tensiunii alternative.	A8. Fixarea convertoarelor la diverse etape de proiectare, modernizare, exploatare a sistemului de conversie a energiei de curent alternativ. A9. Calibrarea unui convertor de curent alternativ. A10. Măsurarea parametrilor electrici a unui circuit de conversie de curent alternativ. A11. Executarea calculelor conform metodei selectate.
<b>4. COMANDA CIRCUITELEOR ELECTRONICE DE PUTERE</b>		
<i>UC5.</i> Elaborarea și citirea schemelor de comandă a circuitelor electronice de putere în cadrul întreprinderilor industriale.	- Blocul de comanda a circuitelor de putere. - Circuite de interfață între circuitul de comandă și circuitul de forță. - Circuit pentru comanda în fază a tiristoarelor și triacelor - Comanda dispozitivelor electronice de putere în comutație prin modulare în durată.	A12. Organizarea circuitelor de comandă a dispozitivelor electronice de putere în comutație. A13. Elaborarea circuitului selectat pentru comanda în fază a triacelor. A14. Argumentarea soluției pentru circuitul de comandă selectat. A15. Aplicarea metodelor de compatibilitate între circuitul de comandă și cel de forță.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
<b>5. CONVERTOARE DE CURENT CONTINUU- CURENT CONTINUU</b>		
<i>UC6.</i> Operaționalizarea cu convertoare de curent continuu la diverse etape: de asistență la proiectarea convertorului; de mentenanță a elementelor din circuitele cu convertoare de curent continuu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surse de tensiune continuă stabilizată care lucrează în comutație.</li> <li>- Convertoare de curent continuu – curent continuu.</li> <li>- Convenția sursă-generator și sarcină-consumator.</li> <li>- Stabilizatoare de tensiune continuă.</li> </ul>	<p><i>A16.</i> Fixarea convertoarelor la diverse etape de proiectare, modernizare, exploatare a sistemului de conversie a energiei de curent continuu.</p> <p><i>A17.</i> Calibrarea unui convertor de curent continuu.</p> <p><i>A18.</i> Măsurarea parametrilor electrici a unui circuit de conversie de curent continuu.</p>
<b>6. INVERTOARE</b>		
<i>UC7.</i> Operaționalizarea cu invertoare la diverse etape: de asistență la proiectarea invertorului; de mentenanță a elementelor din circuitele cu invertoare.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Circuite de comutație pentru invertoare cu tiristoare.</li> <li>- Tipuri de invertoare.</li> <li>- Filtru activ de tip serie pentru corecția factorului de putere.</li> <li>- Invertoare trifazate în punte</li> </ul>	<p><i>A19.</i> Fixarea invertoarelor la diverse etape de proiectare, modernizare, exploatare a sistemului de inversie a energiei.</p> <p><i>A20.</i> Calibrarea unui inverter cu tiristoare.</p> <p><i>A21.</i> Măsurarea parametrilor electrici a unui circuit de inversie.</p>

## 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.	Dispozitive electronice de putere	8	8	-	-
2.	Redresoare	18	8	4	6
3.	Convertoare de curent alternativ	16	6	4	6
4.	Comanda circuitelor electronice de putere	12	4	2	6
5.	Convertoare de curent continuu - curent continuu	20	10	4	6
6.	Invertoare	16	8	2	6
	<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>44</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

## VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
<b>1. Redresoare</b>			
1.1 Redresor trifazat necomandat ideal. 1.2 Redresoare trifazate comandate. 1.3 Redresor trifazat în punte semicomandat cu sarcină pur rezistivă. 1.4 Redresor monofazat monoalternanță comandat.	1.1 Studiul de caz	Demonstrarea redresoarelor monofazate și trifazate	Săptămâna 4
<b>2. Convertoare de curent alternativ</b>			
2.1 Variator de curent alternativ. 2.2 Modificarea frecvenței tensiunii alternative.	2.1 Studiul de caz	Demonstrarea convertoarelor de curent alternativ	Săptămâna 6
<b>3. Comanda circuitelor electronice de putere</b>			
3.1 Blocul de comanda a circuitelor de putere. 3.2 Circuite de interfață între circuitul de comandă și circuitul de forță.	3.1 Studiul de caz	Demonstrarea circuitelor de comandă cu circuite electronice de	Săptămâna 9



<b>Materii pentru studiul individual</b>	<b>Produse de elaborat</b>	<b>Modalități de evaluare</b>	<b>Termeni de realizare</b>
3.3 Circuit pentru comanda în fază a tiristoarelor și triacelor 3.4 - Comanda dispozitivelor electronice de putere în comutație prin modulare în durată.		putere	
<b>4. Convertoare de curent continuu - curent continuu</b>			
4.1 Surse de tensiune continuă stabilizată care lucrează în comutație. 4.2 Convertoare de curent continuu – curent continuu. 4.3 Convenția sursă-generator și sarcină-consumator. 4.4 Stabilizatoare de tensiune continuă.	4.1 Studiul de caz	Demonstrarea convertoarelor de curent continuu	Săptămâna 12
<b>5. Invertoare</b>			
5.1 Circuite de comutație pentru invertoare cu tiristoare. 5.2 Tipuri de invertoare. 5.3 Filtru activ de tip serie pentru corecția factorului de putere. 5.4 Invertoare trifazate în punte	5.1 Studiul de caz	Demonstrarea invertoarelor	Săptămâna 14

### **VIII. Lucrările de laborator recomandate**

1. Cercetarea redresorului monofazat monoalternanță comandat.
2. Cercetarea redresorului trifazate comandate.
3. Cercetarea variatorului de curent alternativ cu sarcină rezistivă.
4. Cercetarea multiplicatoarelor de frecvență.
5. Cercetarea blocului de comandă a circuitelor de putere.
6. Cercetarea stabilizatorului de tensiune continuu cu element de reglare serie.
7. Cercetarea sursei de tensiune continuă în comutație stabilizată.
8. Cercetarea circuitelor de comutație pentru invertoare cu tiristoare.

### **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 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 diverse modalități: observarea comportamentului elevului, analiza rezultatelor activității elevului, discuția/conversația, prezentarea proiectelor individuale de activitate. Prin evaluarea curentă/formativă, cadrele didactice informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobândirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se realizează la finele fiecărei unități de învățare în baza simulării în atelier a unei situații de problemă, care solicită elevului demonstrarea competenței profesionale. Cadrele didactice vor elabora sarcini prin care vor orienta comportamentul profesional al elevului spre demonstrarea sistemului de cunoștințe și abilități. În acest scop vor fi stabiliți clar indicatorii și descriptorii de performanță ai procesului și produsului realizat de către elev.

**Probe de evaluare a competențelor**, în baza situațiilor de problemă la viitoarele locuri de muncă:

- utilizarea diferitor componente în diverse circuite electronice de putere;

- perfectarea secvențelor de scheme, reperelor și componentelor din schemele electronice;
- utilizarea corectă a simbolurilor standard, specifice domeniului de activitate;
- testarea circuitelor electronice de putere;
- reglarea circuitelor electronice de putere.

În calitate de produse pentru măsurarea competenței se vor utiliza, după caz:

- scheme de structură a circuitelor electronice de putere;
- secvențe de scheme, reperele și componentele din schemele electrice conform cerințelor.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței vor include:

- corespunderea specificațiilor tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerințelor ergonomice;
- respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite.

#### **XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii**

<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumirea resursei</b>	<b>№ (buc.)</b>
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet.	1/3 elevi
2.	Generator de curent continuu 60-100V	1/4 elevi
3.	Redresoare de putere monofazate cu comandă	1/2 elevi
4.	Convertor de curent alternativ	1/2 elevi
5.	Convertor de curent continuu-curent continuu 12-24V	1/2 elevi
6.	Convertor de curent continuu-curent continuu 24-12V	1/2 elevi
7.	Surse de tensiune continuă în comutație	1/2 elevi
8.	Invertoare 12Vcc-220Vca	1/2 elevi
9.	Tranzistoare de putere	1/2 elevi
10.	Tiristoare de putere	1/2 elevi
11.	Diode de putere	1/2 elevi
12.	Voltmetru	1/2 elevi
13.	Ampermetru	1/2 elevi
14.	Ciocan de lipit	1/2 elevi

15.	Set de instrumente	1/elev
-----	--------------------	--------

## XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Ș. Bîrcă-Gălățeanu, D.A. Stoichescu, P. Constantin, Electronică de putere. Aplicații, Editura Militară, București, 1991.	Biblioteca	1/2 elevi
2.	A. Kelemen, M. Imecs, Electronică de putere, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.	Biblioteca	1/2 elevi
3.	T. Maghiar, K. Bondor, ș.a. Electronică Industrială, Editura Universității din Oradea, 2001.	Biblioteca	1/2 elevi
4.	V. Popescu, Stabilizatoare de tensiune în comutație, Editura de Vest, Timișoara, 1992.	Biblioteca	1/2 elevi
5.	N.D. Trip, A. Gacsádi, D. Scurtu, Electronică Industrială - îndrumător de laborator, Editura Universității din Oradea, 2005.	Biblioteca	1/2 elevi
6.	Electronica de putere si acționari reglabile	<a href="http://www.iscee.uga.ro/choppere.pdf">http://www.iscee.uga.ro/choppere.pdf</a>	
7.	Mihai Albu, Laborator Electronica de putere	<a href="http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_25_img.pdf">http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_25_img.pdf</a>	
8.	Mihai Albu, Laborator Electronica de putere	<a href="http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_10_img.pdf">http://www.euedia.tuiasi.ro/lab_ep/ep_files/Lucrarea_10_img.pdf</a>	