



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

Directorul Centrului de Excelență în  
Energetică și Electronică,  
Vrînceanu  
2017

Stamp: Aprob  
CENTRUL DE EXCELENȚĂ ÎN ENERGETICĂ ȘI ELECTRONICĂ  
13020006140

**Curriculumul modular**  
**F.04.O.014 Electronica de putere**

Specialitatea: 71320 - **Electromecanică**

Calificarea: **Electromecanic**

**Chișinău 2017**

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:**

Leonid DAMIAN, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Valeriu URSU, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

**Aprobat de:**

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

Director

Vasile VRINCEANU



17 Aprilie 2017

**Recenzenți:**

1. Vladimir BULICANU, șef adjunct serviciul Protecția Mediului Sănătății și Siguranței, S.A.Termoelectrica.
2. Vitalie GROSUL, director tehnic, S.A.Combinatul de articole din carton.

**Adresa Curriculumului în Internet:**

Portalul național al învățământului profesional tehnic

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

## Cuprins

<i>I. Preliminarii</i> .....	4
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</i> .....	4
<i>III. Competențele profesionale specifice disciplinei</i> .....	4
<i>IV. Administrarea modulului</i> .....	5
<i>V. Unitățile de învățare</i> .....	5
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</i> .....	8
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor</i> .....	9
<b>VIII. Lucrările practice recomandate</b> .....	<b>10</b>
<i>IX. Sugestii metodologice</i> .....	10
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale</i> .....	11
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i> .....	12
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i> .....	13

## I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **F.04.O.014 Electronica de putere** este realizat în conformitate cu planul de învățământ, aprobat de Ministerul Educației, număr de înregistrare Nr.SC-12/16 din 05 iulie 2016, pentru formarea profesională la calificarea **Electromecanic**, la specialitatea 71320 Electromecanică, termenul de studii 4 ani.

Scopul studierii acestei unități de curs constă în asimilarea cunoștințelor și formarea abilităților pentru determinarea și localizarea defectelor în dispozitivele electronice din sistemul electrotehnic. Abilități de testare a utilajului electronic de putere, testarea părților componente a circuitului electronic sub tensiune și în lipsa tensiunii de alimentare, montarea și exploatarea circuitelor electronice de putere, reglarea și exploatarea a utilajului electronic de putere va asigura funcționarea fiabilă a sistemelor energetice.

Unitatea de curs **Electronica de putere** se bazează pe cunoștințele acumulate la fizică, chimie precum și unele din componenta fundamentală a programului de formare profesională cum ar fi:

- Materiale electrotehnice;
- Desen tehnic;
- Măsurări electrice și electronice;
- Electrotehnica.

## II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Electronica a devenit azi o ramura indispensabilă a industriei, în sensul că nici o ramură nu se poate lipsi de aportul electronicii. Electronica de putere este o disciplină științifică și tehnică, în care teoria se transformă în exemple practice.

Specialistul trebuie să gândească, să fie în pas cu tehnica modernă, bine informat pentru a deservei echipamentul electronic. Să poată soluționa optim, economic și rațional situații problemă în realizarea atribuțiilor la locul de muncă.

## III. Competențele profesionale specifice disciplinei

CS1. Selectarea componentelor pasive în funcție de specificul tehnologic și condițiile de funcționare a circuitului electronic.

CS2. Utilizarea componentelor semiconductoare după principiul de funcționare.

CS3. Deservirea modulelor IGBT, MOSFET în circuite electronice.

CS4. Menținerea convertizoarelor de frecvență în circuitele electronice.

CS 5. Menținerea convertoarelor, invertoarelor de tensiune în scheme electrice.

CS 6. Utilizarea dispozitivelor optoelectronice în sistemele electroenergetice.

CS7. Utilizarea microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor în circuitele electronice.

#### IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct				
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
IV	90	31	14	45	Examen	3

#### V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
<b>1. Tehnologia elementelor pasive , circuite snubber de tip L și R-C-D</b>		
<i>UC1.</i> Selectarea componentelor pasive în funcție de specificul tehnologic și condițiile de funcționare a circuitului electronic.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definirea, clasificarea, simbolul, caracteristici, parametrii de bază și marcarea rezistorilor.</li> <li>- Definirea, clasificarea, simbolul, caracteristici, parametrii de bază și marcarea condensatoarelor.</li> <li>- Definirea, clasificarea, simbolul, caracteristici, parametrii de bază și marcarea bobinelor.</li> <li>- Circuite snubber</li> </ul>	<p>A1. Identificarea elementelor pasive.</p> <p>A2. Diagnosticarea elementelor pasive.</p> <p>A3. Utilizarea modulelor snubber în circuitele electronice.</p> <p>A4. Aplicarea elementelor pasive în funcție de tehnologia acestora</p>
<b>2. Dispozitive semiconductoare</b>		
<i>UC2.</i> Utilizarea componentelor semiconductoare după principiul de funcționare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dioda semiconductoare</li> <li>- Diagrama benzilor energetice</li> <li>- Varicapul.</li> <li>- Dioda Zener, tunel.</li> <li>- Caracteristicile tranzistoarelor bipolare și cu efect de câmp.</li> </ul>	<p>A5. Identificarea semiconductoarelor</p> <p>A6. Definirea curentului de revenire.</p> <p>A7. Identificarea tipului de semiconductori testarea acestora.</p> <p>A8. Construirea caracteristicilor</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificarea, simbolizarea, marcarea tranzistoarelor bipolare</li> <li>- Construcția, funcționarea, caracteristicile, simbolul și utilizarea: dinistorului, diacului, tiristorului și triacului.</li> <li>- Tiristorul GTO cu stingere pe poartă.</li> </ul>	<p>curent-tensiune pentru diode redresoare și diode Zener.</p> <p>A9. Exercițarea controlului Punți de comandă pe tirisrtoare.</p> <p>A10. Distingerea după simbol a diodelor și utilizarea în diverse circuite electronice.</p>
<b>3. Modulul IGBT, MOSFET</b>		
<p>UC3. Deservirea modulelor IGBT, MOSFET în circuite electronice</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificarea, simbolizarea, marcarea modulelor IGBT, MOSFET.</li> <li>- Principiul de funcționare, parametrii, caracteristicile.</li> <li>- Scheme de conectare în circuit.</li> <li>- Schemă electrică echivalentă</li> <li>- Principiile comenzii în grilă.</li> <li>- Protecția la scurtcircuit și supracurent.</li> </ul>	<p>A11. Distingerea după simbol a tranzistoarelor IGBT</p> <p>A12. Utilizarea tranzistoarelor IGBT în diverse circuite electronice</p> <p>A13. Aplicarea metodelor de testare a tranzistorilor IGBT</p> <p>A14. Distingerea structurii MOS, tipul de conductivitate</p> <p>A15. Identificarea regimurilor de conexiune a MOSFET</p>
<b>4. Convertizoare de frecvență</b>		
<p>UC4. Menținerea mentenanța convertizoarelor de frecvență în circuitele electronice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convertizoare de frecvență cu circuit intermediar</li> <li>- Convertiozare de frecvență fără circuit intermediar</li> <li>- Construcția, funcționarea,</li> </ul>	<p>A16. Utilizarea convertizoarelor de frecvență circuite electronice.</p> <p>A17. Conectatarea converizoarelor de frecvenșă în scheme</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>scheme de conexiune.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regimurile de funcționare</li> <li>- Convertiozare de frecvență cvasi oscilant</li> </ul>	<p>electrice.</p> <p>A18. identificarea funcționării Convertizoarelor de frecvență în aplicația de tip HVAC</p>
<b>5. Converteoare , invertoare de tensiune</b>		
<p>UC5. Mentenanța convertoarelor , invertoarelor de tensiune în scheme electrice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invertoare monofazate în punte cu comandă asimetrică.</li> <li>- Invertoare trifazate cu undă plină în șase trepte.</li> <li>- Invertoare de Tensiune DC-AC</li> <li>- Invertoare DC-DC</li> </ul>	<p>A19. identificarea principiul de lucrul a inverotului.</p> <p>A20. Alegerea scheme de utilizare a invertoarelor de tensiune.</p> <p>A21. Reprezentarea vectorială a unui invetor trifazat. Diagrama tranzițiilor.</p> <p>A22. Identificarea regimurilor de transfer activ și de recuperare.</p>
<b>6. Dispozitive optoelectronice</b>		
<p>UC6. Utilizarea dispozitivelor optoelectronice în sistemele electroenergetice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diode luminescente, fotorezistoare, fotodiode, fototranzistoare și fototiristoare.</li> <li>- Optocuple. Dispozitive de indicație.</li> <li>- Laserul</li> </ul>	<p>A23. Selectarea după simbol a dispozitivelor optoelectronice în schemele electronice.</p> <p>A24. Utilizarea dispozitivelor optoelectronice în diverse circuite electronice.</p> <p>A25. Citirea marcajelor a dispozitivelor optoelectronice</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A26. Utilizarea și proprietățile laserului
<b>7. Microcircuite integrate, microcontroloare și microprocesoare</b>		
UC7. Utilizarea microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor în circuitele electronice.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definirea, clasificarea și parametrii microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor.</li> <li>- Structura modalități de conectare a microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor.</li> </ul>	<p>A27. Identificarea caracteristicilor de bază a microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor.</p> <p>A28. Aplicarea metodelor de montare a microcircuitelor integrate, microcontroloarelor și microprocesoarelor.</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.	Tehnologia elementelor pasive, circuite snubber de tip L și R-C-D	8	4		4
2.	Dispozitive semiconductoare	20	6	6	8
3.	Modulul IGBT, MOSFET	12	4	4	4
4.	Convertizoare de frecvență	12	4		8
5.	Convertoare , invertoare de tensiune	10	3		5
6.	Dispozitive optoelectronice	12	4	2	6
7.	Microcircuite integrate, microcontroloare și microprocesoare	16	6	2	10
	<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>45</b>



## VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
<b>1. Tehnologia elementelor pasive, circuite snubber de tip L și R-C-D</b>			
1.1. Procesele tehnologice în producerea elementelor pasive.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 1
<b>2. Dispozitive semiconductoare</b>			
2.1 Aplicarea diodelor redresoare în circuite de redresare a curentului.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 2
2.2 Conectarea în circuit a tranzistoarelor bipolare	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 3
2.3 Testarea dispozitivelor semiconductoare multijoncționale.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 3
2.4 Aplicarea diodei Shotki și a diodei cu efect de tunel	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 4
<b>3. Modulul IGBT, MOSFET</b>			
3.1 Conectarea în circuit a Modulului IGBT, MOSFET	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 5
<b>4. Convertizoare de frecvență</b>			
4.1 Circuitul de ieșire a convertizorului de frecvență	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 5
4.2 Convertizoarele de frecvență variabilă.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 5
<b>5. Convertoare , invertoare de tensiune</b>			
5.1 Invertoare monofazate în punte cu comandă asimetrică.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 6
5.3 Invertoare de tensiune DC-AC și DC-DC	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 6

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
<b>6. Dispozitive optoelectronice</b>			
6.1 Utilizarea dispozitivelor optoelectronice.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 7
<b>7. Microcircuite integrate, microcontroloare și microprocesoare</b>			
7.1 Circuite integrate analogice	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 8
7.2 Circuite integrate digetale.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 9

### VIII. Lucrările practice recomandate

1. Încercarea diodelor semiconductoare
2. Încercarea tranzistoare bipolare
3. Încercarea tranzistoare cu efect de câmp
4. Încercarea dispozitive semiconductoare multijonțiune
5. Încercarea dispozitive optoelectronice
6. Conectarea modulul IGBT
7. Asamblarea microcontroloare și microprocesoare în circuite electronice.

### IX. Sugestii metodologice

În procesului de asimilare de către elevi a cunoștințelor faptice și dezvoltarea abilităților în cadrul activităților de predare-învățare în cadrul cursului de **Electronica de putere** se recomandă utilizarea eficientă a diversilor strategii didactice utilizând metode de explorare și acțiune, raportarea sarcinilor de învățare la situațiile reale, autentice celor din mediu de realizare a atribuțiilor de serviciu.

Ca și recomandare generală pentru realizarea orelor de dobândire a cunoștințelor teoretice și/sau faptice autorii curiiculuiului propun utilizarea următoarelor metode și tehnici tradiționale și interactive, pe unități de învățare după cum urmează:

- *Tehnologia elementelor pasive, circuite snubber de tip L și R-C-D*: explicația, montarea, testarea, lectura manualului, tehnicile video, observația, demonstrarea, algoritmizare, SINELG, Turul galeriei, Diagrama Venn, etc.
- *Dispozitive semiconductoare*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.
- *Modulul IGBT, MOSFET*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.
- *Convertizoare de frecvență*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.
- *Convertoare, invertoare de tensiune*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.
- *Dispozitive optoelectronice*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.
- *Microcircuite integrate, microcontroloare și microprocesoare*: instructajul, asamblarea, demonstrarea, observația, experimentul, testarea, măsurarea, simularea, etc.

Predarea materialului va fi însoțit de rezolvarea problemelor. Concomitent elevii vor modela la calculator circuite electronice spre exemplu în MULTISIM. Rezultatele simulării se vor compara cu rezultatele calculelor efectuate.

Organizarea procesului didactic centrat pe elev având în vedere adaptarea demersului educațional la particularitățile personale a elevului în actul de formare profesională, se va realiza prin sarcini propuse pentru studiu individual ghidat de profesor: studiu de caz, instruire asistată de calculator, vizite de studiu, etc.

Dirijarea procesului de formare a competențelor specifice unității de curs se va realiza într-un mod dinamic și flexibil, bazat pe feedback. Flexibilitatea procesului de învățământ va determina aspectul procesual al instruirii, incluzând varietatea metodelor și mijloacelor de instruire, integrarea metodelor tradiționale și a celor moderne, individualizarea activității elevilor. Cadrul didactic este în drept să aleagă calea de parcurs oferind elevilor posibilități reale de a fi responsabili de rezultatele învățării.

## **X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale**

Evaluarea nivelului de dezvoltare a competențelor specifice unității de curs se va realiza pe baza cerințelor învățământului centrat pe elev. Se vor utiliza diverse forme, tehnici și instrumente de evaluare care vor determina nivelul de progres al elevului. Pentru sporirea gradului de obiectivitate în procesul de evaluare, pentru probele propuse elevilor sunt oferite criterii privind nivelul de performanță în dezvoltarea competenței specifice.

**Evaluarea curentă/formativă.** Importanța majoră constituie componenta formativă și formatoare a procesului de predare-învățare asigurând progresul în formarea competențelor

specifice. Instrumentele utilizate în acest scop sunt: observarea comportamentului elevului în realizarea sarcinilor individuale și în grup, deschiderea spre învățare prin cooperare, conversație, completarea fișelor, etc.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza inclusiv prin susținerea individuală a dărilor de seamă pentru lucrărilor de laborator/practice efectuate în baza rezultatelor obținute în procesul de realizare a următoarelor produse:

- montarea, testarea elementelor pasive;
- alegerea regimului de răcire sau de exploatarea a semiconductoarelor;
- montarea, testarea și exploatarea diodelor în electronica de putere;
- montarea, testarea și exploatarea modului IGBT, MOSFET;
- montarea, testarea și exploatarea convertizoarelor de frecvență;
- montarea, testarea și exploatarea convertizoarelor, invertoarelor de tensiune;
- asamblarea, testarea și exploatarea dispozitive optoelectronice;
- demontarea și montarea, testarea și exploatarea microcircuite integrate;
- demontarea și montarea, testarea și exploatarea microcontroloarelor și microprocesoarelor.

**Evaluarea sumativă.** Periodic, de regulă după încheierea procesului de predare-învățare a unei unități de învățare, se vor organiza evaluări sumative. Autorii curriculumului propun rezolvarea problemelor complexe pentru evaluarea la finele modulului. Se aplică pentru determinarea nivelului de cunoștințe factice pentru fiecare elev, cu scopul de a analiza cât de aproape elevul este fața de finalitățile preconizate. Se realizează o analiză individuală pentru fiecare elev și se recomandă dezvoltarea continuă a competențelor specifice pentru a asigura un progres până la evaluarea finală.

**Evaluarea finală.** În conformitate cu planul de învățământ aprobat pentru unitatea de curs **Electronica de putere** se acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului oral/scris. Subiectele pentru evaluarea cunoștințelor factice se vor îmbina eficient cu sarcini practice realizate anterior și prezentate sub forma de algoritmizare a etapelor cu explicații de rigoare.

## XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
<b>Pentru orele teoretice</b>	Machete cu aparate electronice, literatură, proiector.
<b>Pentru orele de laborator</b>	Laborator dotat cu stânduri de lucru, aparate de măsură, calculatoare, elemente discrete.

Cerințe tehnice	
<b>Standuri</b>	Standuri funcționale compuse din circuite de curent continuu. (5 bucăți) Standuri funcționale compuse din circuite de curent alternativ. (5 bucăți)
<b>Aparate de măsură</b>	Calculatoare cu internet - 1/elev Osciloscop TBS1102B-EDU - 5/elev <b>Generatoare de semnal AGILENT 33210 - 1set/elev</b> Multimetre digitale AGILENT U3401A 4.5 - 1set/elev

## XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	E. Damachi, L. Doboș, A. Tunsoiu, N. Tomescu „Electronica”, București, 2005. - 316pag.	Biblioteca	50
2.	Mihai P. Dincă, "Introducere în Electronică", Universitatea din București, Departamentul CREDIS, București, 2001.	Biblioteca electronica	
3.	Mihai P. Dincă, "Electronică", Universitatea din București, Departamentul CREDIS, București, 2003.	Biblioteca electronica	
4.	V.Croitoru, E.Sofron. „Componente și circuite electronice". Lucrări practice. Ed. didactică și pedagogică, București, 1991.	Biblioteca	46
5	Забродин Ю.С. промышленная электроника.	Biblioteca electronica	