



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN

Directoare I.P. Centrul de Excelență în
Energetică și Electronică



Curriculum la disciplina

F.03.O.009 Electrotehnică

Specialitatea: 0714.4 Electronică

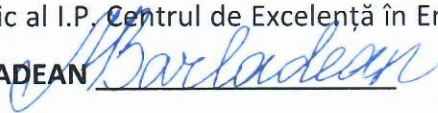
Calificarea: 0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică

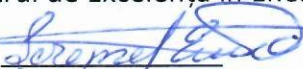
Chișinău 2024

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 22.11.2023,
directoare **Mariana BARLADEAN** 

Ședința Catedrei Electronice a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 10.10.2023,
șef catedră Electronică **Emil ȘEREMET** 

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, **Nicolae ABABII**, conf. univ., dr., Prodecan al Facultății
Calculatoare, Informatică și Microelectronică 

Autori:

- 1) Ion GRIGORAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire practică și de producere, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 2) Gheorghii ZVEZDENCO, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 3) Mihail MUNTEAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef Catedra de calculatoare, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 4) Emil ȘEREMET, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, șef Catedra de electronică, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 5) Lorina VLAS, profesor discipline de specialitate, grad didactic II, 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, Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare”

Recenzenți:

- 1) Ruslan CUNUP, administrator, STEINEL IMMOBILEN UND MANAGEMENT SRL
- 2) Alexandru MOTROI, director tehnic, Întreprinderea Tehnico-Științifică INFORMBUSINESS SRL

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 profesională	4
III. Finalități de învățare specifice disciplinei	5
IV. Administrarea disciplinei	6
V. Unitățile de învățare.....	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate	9
IX. Sugestii metodologice.....	10
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	11
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	12

I. Preliminarii

Curriculumul pentru disciplina **Electrotehnică** este elaborat în baza *Standardului de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 1308/2023, precum și a Planului de învățământ, aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023, cu modificările ulterioare în baza ordinului MEC 768/2024 *Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar*. Disciplina *Electrotehnica* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională „Electronică și automatică” și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul disciplinei *Electrotehnica* este formarea cunoștințelor cu privire la structura și conexiunea componentelor electronice pasive în curent continuu și curent alternativ, precum și cu privire la utilizarea acestora în circuitele electronice.

Electrotehnica este o disciplină (o ramură a tehnicii) indispensabilă oricărui specialist din domeniul tehnic, care îi permite interpretarea corectă, unitară și obiectivă a elementelor privind structura, proprietățile, controlul și exploatarea oricărui produs tehnic.

Pentru demararea procesului instructiv la disciplina *Electrotehnica* sunt necesare cunoștințele dobândite la disciplinele *Fizică* și *Matematică*, precum și la următoarele unități de curs:

F.02.O.008 Materiale, componente și circuite pasive,

F.03.O.010 Desen tehnic.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la disciplina Electrotehnica reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile de învățare și performanțele ce trebuie atinse la disciplină, exprimate în rezultate ale învățării.

Prin studierea disciplinei *Electrotehnică* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- stimularea curiozității pentru investigarea unor fenomene sau procese;
- dezvoltarea și manifestarea gândirii autonome, critice și creative în domeniul tehnic;
- respectarea standardelor în vigoare referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- conștientizarea aplicării în practică a circuitelor electronice studiate.

Studierea acestei discipline asigură dobândirea de către elevi a cunoștințelor despre componentele pasive (proprietăți, caracteristici, structuri, utilizări, aplicații practice și de laborator) și a abilităților de citire și reprezentare a circuitelor electronice, îndeosebi de identificare și distingere a simbolurilor componentelor pasive.

Electrotehnica este una dintre disciplinele de bază care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:

F.04.O.012 Dispozitive electronice;

F.04.O.013 Circuite electronice;

F.06.O.014 Circuite digitale și analogice;
 S.07.O.018 Electronica industrială;
 S.07.O.019 Televiziune;
 S.07.O.021 Optoelectronica;
 S.07.O.023 Software în specialitate;
 S.08.O.024 Electronica de putere;
 S.08.O.026 Radiocomunicații.

III. Finalități de învățare specifice disciplinei

Disciplina *Electrotehnica* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, 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
Rî3. Absolventul poate opera cu utilaje și aparate de măsură și control (AMC), respectând instrucțiunile din documentația tehnică.	CP3. Folosirea utilajelor, componentelor electronice și AMC-urilor
Rî4. Absolventul poate executa reprezentări grafice ale componentelor electronice, scheme electronice, scheme de conexiuni.	CP4. Participarea la procesul de proiectare a schemelor electronice
Rî5. Absolventul poate aplica tehnologii electronice, gestionând eficient materialele și componentele electronice și respectând instrucțiunile din documentația tehnică. Rî6. Absolventul poate asambla componentele electronice pe plăci cu cablaj imprimat în baza documentației tehnice.	CP5. Producerea echipamentelor electronice

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 3, 4, 5, 6 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea disciplinei *Electrotehnica*, elevii vor fi capabili:

- să verifice parametrii elementelor electronice, utilizând AMC-uri și respectând normele de securitate electrică;
- să distingă reprezentările grafice ale componentelor electronice;
- să noteze elementele de bază ale componentelor electronice;
- să reprezinte grafic conexiunile elementelor circuitului electronic, respectând normele tehnice;
- să identifice componentele electronice în funcție de aspectul fizic, simbol și marcaj;
- să distingă parametrii componentelor electronice;
- să respecte condițiile de păstrare și manipulare a componentelor.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore					Forma de evaluare	Număr credite
	Total	Contact direct			Studiu individual		
		Teorie	Practică	Laborator			
III	90	40	-	20	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Aptitudini	Unități de conținut
1. Circuite electrice de curent continuu	
- Definirea curentului electric continuu - Descrierea caracteristicilor curentului electric continuu - Identificarea elementelor de circuit - Definirea legii lui Ohm pe întregul circuit - Identificarea surselor electrice - Calcularea bilanțului de puteri - Aplicarea teoremelor lui Kirchhoff la rezolvarea circuitelor prin verificare experimentală - Determinarea parametrilor circuitelor electrice de curent continuu prin metoda celor două noduri - Determinarea parametrilor circuitelor electrice de curent continuu prin metoda superpoziției - Identificarea domeniului de utilizare a circuitelor electrice - Construirea diagramei potențialelor - Identificarea elementelor neliniare într-un circuit electronic - Operarea cu scheme echivalente ale elementelor neliniare	1.1. Curentul electric de conducție, intensitatea și densitatea curentului electric. Clasificarea materialelor după conductibilitatea electrică 1.2. Elemente de circuit. Tensiunea electromotoare (TEM) a sursei electrice. Legea lui Ohm pe întregul circuit. Surse de tensiune și surse de curent 1.3. Energia și puterea curentului electric. Efectul termic al curentului electric – legea lui Joule. Bilanțul de puteri în circuitele electrice 1.4. Teoremele lui Kirchhoff 1.5. Calculul circuitelor electrice prin metoda aplicării teoremelor lui Kirchhoff 1.6. Calculul circuitelor electrice prin metoda celor două noduri 1.7. Calculul circuitelor electrice prin metoda superpoziției 1.8. Calculul circuitelor electrice neramificate. Diagrama potențialelor 1.9. Noțiune de circuit neliniar. Scheme echivalente ale elementelor neliniare

Aptitudini	Unități de conținut
2. Cuadripol în curent continuu	
- Identificarea cuadripolului după regimul de funcționare - Distingerea schemelor echivalente ale cuadripolului de curent continuu - Prezentarea schemelor cuadripolului de încercare la mers în gol și la scurtcircuit - Distingerea semnificațiilor elementelor din circuitul electronic al cuadripolului	2.1. Cuadripol electric. Scheme echivalente, ecuațiile cuadripolului. Constantele cuadripolului și calculul lor 2.2. Principiul de funcționare al cuadripolului în regim de mers în gol și la scurtcircuit
3. Circuite electrice de curent alternativ	
- Definirea parametrilor curentului alternativ - Descrierea principiului de funcționare al generatorului de tensiune electromotoare alternativă - Calcularea valorilor medii și a valorii efective ale curentului alternativ - Reprezentarea grafică și vectorială a mărimilor curentului alternativ - Descrierea funcționării rezistoarelor în curent alternativ - Explicarea principiului de funcționare al bobinelor în curent alternativ - Calcularea parametrilor electrici ai bobinelor de inductanță - Definirea capacității ideale în curent alternativ - Calcularea parametrilor electrici ai condensatoarelor în curent alternativ - Conectarea circuitului RLC serie în curent alternativ - Conectarea circuitului RLC paralel în curent alternativ - Calcularea parametrilor electrici ai circuitului RLC serie de curent alternativ - Calcularea parametrilor electrici ai circuitului RLC paralel de curent alternativ	3.1. Caracteristicile generale ale curentului alternativ. Generatorul de TEM. alternativă. Dependența frecvenței curentului de numărul de poli 3.2. Valori efective și valori medii ale curentului alternativ. Reprezentări grafice și reprezentări vectoriale ale mărimilor alternative 3.3. Rezistența pur activă în curent alternativ. Puterea activă 3.4. Bobina ideală în curent alternativ 3.5. Capacitatea ideală în curent alternativ 3.6. Circuitul RLC serie în curent alternativ. Regimul inductiv și capacitativ 3.7. Circuitul RLC paralel în curent alternativ

Aptitudini	Unități de conținut
4. Circuite electrice trifazate	
– Prezentarea conexiunii circuitelor trifazate – Descrierea principiului de funcționare al generatorului trifazat – Prezentarea conexiunii în stea – Prezentarea conexiunii în triunghi – Calcularea parametrilor electrici ai circuitului cu consumator conectat în stea – Calcularea parametrilor electrici ai circuitului cu consumator conectat în triunghi	4.1. Noțiuni de circuite trifazate. Avantajul circuitului trifazat. Generatorul de tensiune alternativă trifazată 4.2. Conexiunea în triunghi și în stea a fazelor generatorului. Relații între tensiunile de fază și tensiunile de linie 4.3. Circuite electrice trifazate cu consumator conectat în stea 4.4. Circuite electrice trifazate cu consumator conectat în triunghi

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total	Contact direct			Studiu individual
			Teorie	Practică	Laborator	
1.	Circuite electrice de curent continuu	34	16	-	10	14
2.	Cuadripol în curent continuu	8	4	-	2	2
3.	Circuite electrice de curent alternativ	34	12	-	4	10
4.	Circuite electrice trifazate	14	8	-	4	4
	Total	90	40	-	20	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Circuite electrice de curent continuu		
1.1. Calculul circuitelor electrice prin metoda determinării tensiunii dintre noduri 1.2. Calculul circuitelor electrice prin metoda superpoziției 1.3. Rezolvarea circuitelor prin metoda transfigurării schemei 1.4. Transfigurarea echivalentă a triunghiului de rezistențe în stea și viceversa	Exerciții și probleme rezolvate Desene, grafice, diagrame, tabele	Prezentarea și interpretarea rezultatelor Prezentarea și explicarea desenelor, graficelor, diagramelor, tabelelor

1.5. Calculul circuitului electric prin metoda curenților ciclici		
1.6. Calculul grafoanalitic al circuitului neliniar cu conexiunea elementelor în serie și în paralel		
1.7. Scheme echivalente ale elementelor neliniare		
2. Cuadripol în curent continuu		
2.1. Încercările cuadripolului în gol și la scurtcircuit	Studiu de caz	Prezentare produs final
3. Circuite electrice de curent alternativ		
3.1. Circuitul RLC serie în curent alternativ. Regimul inductiv și capacitativ	Exerciții și probleme rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
3.2. Rezonanța tensiunilor		
3.3. Rezonanța curenților		
3.4. Rezolvarea circuitelor derivație prin metoda grafoanalitică	Desene, grafice, diagrame, tabele	Prezentarea și explicarea desenelor, graficelor, diagramelor, tabelelor
3.5. Rezolvarea circuitelor derivație prin metoda conductibilităților		
4. Circuite electrice trifazate		
4.1. Circuite electrice trifazate cu consumator conectat în stea. Relații între tensiunile de fază și tensiunile de linie	Exerciții și probleme rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
4.2. Circuite electrice trifazate cu consumator conectat în triunghi		
	Desene, grafice, diagrame, tabele	Prezentarea și explicarea desenelor, graficelor, diagramelor, tabelelor

Notă: Termenele de executare a studiului individual ghidat de profesor vor fi specificate în *Planul de lungă durată*.

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore
1.	Circuite electrice de curent continuu	1. Verificarea legii lui Ohm prin experiment 2. Construirea diagramei potențialelor în baza circuitelor neramificate 3. Verificarea teoremelor Kirchhoff prin experiment 4. Verificarea principiului superpoziției prin experiment 5. Gruparea elementelor neliniare într-un circuit electric	10

2.	Cuadripol în curent continuu	6. Conectarea cuadripolului electric la mers în gol și la scurtcircuit	2
3.	Circuite electrice de curent alternativ	7. Conectarea circuitului RLC serie în curent alternativ 8. Conectarea circuitului RLC paralel în curent alternativ	4
4.	Circuite electrice trifazate	9. Conectarea circuitului trifazat cu sarcini conectate în stea 10. Conectarea circuitului trifazat cu sarcini conectate în triunghi	4
Total			20

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Electrotehnica* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile grupului de elevi cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire al acestora. Parcurgerea temelor teoretice se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la decizia cadrelor didactice care predau disciplina și va fi determinat de gradul de dificultate al temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare al elevilor și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către aceștia.

Pentru atingerea rezultatelor învățării la disciplina *Electrotehnica*, autorii de curriculum recomandă următoarele:

- *Structurarea logică și progresivă a conținutului lecțiilor.* O atenție sporită va fi acordată temelor esențiale, cum ar fi: circuitele electrice de curent continuu, circuitele neliniare de curent continuu, cuadripolul în curent continuu, circuitele electrice de curent alternativ, circuitele electrice trifazate.
- *Utilizarea exemplelor concrete și a studiilor de caz* relevante pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a demonstra aplicațiile practice ale circuitelor de curent continuu și de curent alternativ. Aceasta va ajuta elevii să înțeleagă modul în care teoria se traduce în realitate și să aplice cunoștințele în contexte specifice.
- *Promovarea învățării active* prin intermediul exercițiilor practice, a proiectelor și a experimentelor. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a construi și de a testa circuitele de curent continuu, de curent alternativ, de a rezolva probleme și de a explora aplicații concrete.
- *Încurajarea colaborării și a lucrului în echipă* în timpul proiectelor și a activităților practice. Lucrările de laborator sunt adesea un efort colectiv, iar lucrul în echipă poate îmbunătăți capacitatea elevilor de a rezolva probleme complexe și de a-și comunica ideile.
- *Furnizarea resurselor adecvate*, cum ar fi manuale, materiale de laborator, software de simulare și alte instrumente necesare pentru elevi, care să fie accesibile și să susțină procesul de învățare.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea rezultatelor învățării este implicită demersului didactic și urmărește măsura în care au fost dobândite cunoștințele și formate deprinderile. Evaluarea permite, atât profesorului, cât și elevului, determinarea nivelului de achiziție a cunoștințelor și deprinderilor, identificarea lacunelor și cauzelor acestora și întreprinderea măsurilor pentru îmbunătățirea procesului de predare-învățare.

Pentru evaluarea continuă a elevilor se recomandă următoarele metode:

- *observarea sistematică* a comportamentului elevilor, care permite evaluarea conceptelor, capacităților, atitudinilor față de o sarcină dată;
- *autoevaluarea*, care se referă la evaluarea făcută de elevi privind propria activitate de învățare. Prin acest proces elevii devin ei înșiși parte a propriei formări, pe care o observă, o analizează și o ajustează în funcție de progresul realizat și în funcție de dificultățile pe care le au de depășit;
- *metoda exercițiilor practice*, care vor include executarea unor experiențe sau lucrări experimentale, elaborarea unor desene, schițe, grafice etc.;
- *metoda investigației* independente și în grup, care să permită elevilor să evalueze produsele elaborate, să vină cu sugestii și să formuleze concluzii proprii;

Se recomandă ca *investigația* să includă mai multe etape, și anume: de evocare; de explorare/experimentare; de reflecție/explicare; de aplicare; de transfer. De asemenea, este de menționat că în procesul investigației, profesorul are rolul de consilier, ajutând și îndrumând elevii. În timpul investigației, profesorul urmărește și evaluează activitatea elevilor, atitudinea lor, calitățile personale și comportamentul individual.

În calitate de instrumente de evaluare pot fi folosite:

- fișe de observație;
- fișe de autoevaluare;
- fișe cu întrebări tip grilă;
- lucrări de laborator;
- portofoliul.

Rezultatele învățării vor fi evaluate în baza următoarelor produse elaborate:

- exerciții sau probleme rezolvate;
- desene, grafice, diagrame, tabele;
- circuite electrice conectate.

Criterii de evaluare a produselor:

- identificarea informațiilor necesare pentru rezolvarea exercițiilor sau problemelor;
- selectarea strategiei rezolutive;
- corectitudinea rezultatelor;
- prezentarea rezultatelor;
- interpretarea rezultatelor;
- completitudinea datelor în baza cărora sunt construite reprezentările vizuale;

- relevanța elementelor grafice utilizate;
- amplasarea elementelor grafice;
- corectitudinea legăturilor dintre elementele circuitului electric;
- funcționalitatea circuitelor electrice.

Evaluarea sumativă la disciplina *Electrotehnica* se desfășoară sub formă de examen scris. Testul docimologic va fi axat preponderent pe evaluarea domeniului cognitiv și va măsura gradul de atingere a rezultatelor învățării.

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 face toate lucrările de laborator, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de utilizare corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor în vederea executării sarcinilor.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Nr. crt.	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1/elev
2.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent continuu	10
3.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent alternativ	10
4.	Rezistențe	5/elev
5.	Inductanțe	5/elev
6.	Condensatoare	5/elev
7.	Transformatoare monofazate	1/elev
8.	Voltmetru	1/elev
9.	Ampermetru	1/elev
10.	Wattmetru	1/elev
11.	Ohmmetru	1/elev
12.	Osciloscop	1 / 4 elevi

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată sau accesată resursa
1.	Mircea Popa, Constanțiu Popescu. <i>Electrotehnică</i> . Editura Didactică și Pedagogică, București, 2001.	Bibliotecă

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată sau accesată resursa
2.	Leonid Curoșu. <i>Circuite de curent continuu (suport de curs)</i> . Chișinău, CMTC, 2013.	Bibliotecă
3.	Centea, C.; Bogdan, R.; Ionescu, C. <i>Lucrări de laborator la electrotehnică</i> , 2008.	Bibliotecă
4.	Leonid Curoșu. <i>Circuite de curent alternativ (suport de curs)</i> . Chișinău, CMTC, 2014.	Bibliotecă
5.	В. Т. Еременко, А. А. Рабочий, А. П. Фисун, И. И. Невров, А. В. Тютякин, А. Е. Георгиевский, <i>Основы электротехники и электроники</i> , 2012.	Bibliotecă