



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

"Aprob"



Directorul I. P. Centrului de Excelență
În Energetică și Electronică,

M. BARLADEAN

18 septembrie 2023

Curriculumul disciplinar

F.04.O.013 Bazele teoretice ale electrotehnicii

Specialitatea: 71310 – Electroenergetică

Calificarea: 311313 – Tehnician energetician

Chișinău 2023

Curriculumul a fost elaborat în baza ordinului Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova, numărul 83, din data de 14.02.2022, cu privire la aprobarea listei instituțiilor de învățământ desemnate responsabile pentru elaborarea planurilor de învățământ la programele de formare profesională postsecundară și postsecundar nonterțială



Autori:

Grigore TOFAN, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Sergiu ARION, cadru didactic, Colegiul Tehnologic din Chișinău

Ghenadie TERTEA, lector superior UTM

Mihai VERBIȚCHI, cadru didactic, Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAȘ

18 septembrie 2023

Recenzenți:

1. Viorel CIOBANU, Director tehnic Compania Electrică SRL.
2. Ion CARAPOSTOL, Șef adjunct serviciu în Industria Prelucrătoare. S.A. „Termoelectrica”

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice disciplinei.....</i>	<i>4</i>
<i>IV. Administrarea disciplinei.....</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>7</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>9</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>10</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>11</i>

I. Preliminarii

Unitatea de curs **Bazele teoretice ale electrotehnicii** prevede cunoașterea proprietăților generale și principiul de funcționare ale circuitelor electrice de curent alternativ și circuitelor electrice trifazate, utilizarea acestora la rezolvarea problemelor din domeniul energetic.

Pentru formarea competențelor specifice unității de curs elevul trebuie să dețină cunoștințe și abilități achiziționate la disciplinele Matematica, Fizica, Chimie, Teoria circuitelor electrice.

Cunoștințele și abilitățile obținute pe parcursul unității de curs vor servi ca fundament pentru formarea profesională a elevilor în cadrul următoarelor unități de curs: Măsurări electrice și electronice, Electronica de putere, Aparate electrice, Mașini electrice, Centrale și stații electrice, Partea electrică a centralelor și stațiilor, Transportul și distribuție energiei electrice.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Evoluția societății nu poate fi concepută fără dezvoltarea corespunzătoare a energiei, a utilizării pe scară largă a energiei regenerabile în toate ramurile economiei, în sectorul industrial și rezidențial. De altfel, producția și consumul specific de energie electrică reprezintă în societatea contemporană indici semnificativi ai nivelului tehnic și social atins.

Dezvoltarea economiei este strâns legată de dezvoltarea corespunzătoare a bazei energetice a țării și de gospodărirea rațională atât a resurselor energetice primare, cât și a energiei transformate (electrică, termică). Realizarea unor echipamente electrice cu un grad de complexitate și automatizare din ce în ce mai pronunțat, presupune cunoașterea proprietăților, legilor și teoremelor, circuitelor electrice de curent monofazat și trifazat.

Unitatea de curs **Bazele teoretice ale electrotehnicii** contribuie la formarea tehnicienilor capabili să gestioneze, cu o înaltă competență, probleme tehnice din domeniul electrotehnic.

III. Competențele profesionale specifice disciplinei

CS1. Utilizarea noțiunilor, legilor și fenomenelor circuitelor electrice liniare de curent alternativ monofazat și trifazat;

CS2. Calculul circuitelor electrice liniare de curent alternativ;

CS3. Perceperea relațiilor, conexiunilor în circuitele electrice trifazate;

CS4. Calculul circuitelor electrice trifazate.

IV. Administrarea disciplinei

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

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Circuite electrice liniare de curent alternativ	
UC 1.1 Utilizarea noțiunilor, legilor și fenomenelor circuitelor electrice liniare de curent alternativ - Observarea fenomenelor în circuitele de curent alternativ; - Descrierea stărilor, proceselor în circuitele electrice cu curent sinusoidal. - Conectarea elementelor în circuitele de curent alternativ; - Calcularea puterilor în circuitelor de curent alternativ; - Aplicarea metodelor de calcul a circuitelor de curent alternativ.	1.1 Mărimi periodice, alternative și alternative sinusoidale. 1.2 Elemente ideale de circuit în regim permanent sinusoidal. 1.3 Faza și defazajul mărimilor alternative sinusoidale. 1.4 Producerea curentului alternativ sinusoidal. Principiul generatorului de curent alternativ. 1.5 Efectul chimic a curenților periodici. Valoarea medie. 1.6 Efectul termic al curenților periodici. Valoarea efectivă. 1.7 Reprezentarea cinematică a mărimilor alternative periodice. 1.8 Reprezentarea polară a mărimilor alternative periodice. 1.9 Reprezentarea complexă a mărimilor alternative periodice. 1.10 Circuite și rețele de curent alternativ monofazat. 1.11 Circuit cu rezistor de rezistență ideală. 1.12 Circuit cu bobină de inductivitate ideală. 1.13 Circuit cu condensator de capacitate ideală. 1.14 Circuit cu R, L, C serie. 1.15 Circuit cu R, L, C paralel. 1.16 Circuite cu impedanță complexă. Teorema lui Joubert.

Unități de competență	Unități de conținut
	1.17 Teoremele lui Kirchhoff în formă complexă. 1.18 Teorema conservării puterilor în circuit de curent alternativ sinusoidal. 1.19. Puteri în circuite de curent alternativ. 1.20 Puteri instantanee. 1.21 Puterea activă, reactivă și aparentă. 1.22 Rezolvarea circuitelor cu impedanțe în paralel. 1.23 Rezonanța tensiunilor. 1.24 Rezonanța curenților. 1.25 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda teoremelor lui Kirchhoff. 1.26 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda transfigurării. 1.27 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda curenților ciclici. 1.28 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda a două noduri.
2. Circuite electrice trifazate	
UC 2.1. Utilizarea circuitelor electrice trifazate - Perceperea proceselor din circuitele electrice trifazate; - Deducerea relațiilor de conexiune în circuitele electrice trifazate; - Calcularea puterilor în circuitele trifazate; - Aplicarea relațiilor la rezolvarea circuitelor trifazate; - Construirea diagramelor vectoriale al circuitele trifazate.	2.1 Producerea curentului alternativ trifazat. Principiul generatorului trifazat. 2.2 Conexiunile înfășurărilor generatoarelor în stea. 2.3 Conexiunile înfășurărilor generatoarelor în triunghi. 2.4 Conexiunea receptoarelor în stea și în triunghi. 2.5 Sensul convențional al tensiunilor electromotoare și curenților. 2.6 Tensiunile și curenții în sistemul trifazat. 2.7 Puteri în circuite trifazate. 2.8 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea echilibrată și neechilibrată. 2.9 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată și în triunghi, echilibrată și neechilibrată. 2.10 Compararea pierderilor de putere într-o linie electrică monofazată cu cele dintr-o linie electrică trifazată la un consum egal de cupru.

Unități de competență	Unități de conținut
	2.11 Calculul circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea prin metoda tensiunii între noduri. 2.12 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată conectată în triunghi. 2.13 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată prin metoda conductanțelor. 2.14 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată prin metoda complexă. 2.15 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată prin metoda conductanțelor complexe. 2.16 Circuite trifazate în regim simetric conexiunea în stea. 2.17 Circuite trifazate în regim simetric conexiunea în triunghi. 2.18 Circuite trifazate în regim nesimetric conexiunea în stea. 2.19 Circuite trifazate în regim nesimetric conexiunea în triunghi. 2.20 Rolul firului neutru. 2.21 Transportul energiei electrice. 2.22 Factor de putere.

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.	Circuite electrice liniare de curent alternativ	51	19	6	26
2.	Circuite electrice trifazate	39	12	8	19
	Total	90	31	14	45

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Circuite electrice liniare de curent alternativ			
1.19. Circuit sinusoidal cu rezistor real, bobină reală și condensator real.	Calculul curenților, impedanțelor, puterilor. Construirea diagramelor fazoriale și momentane.	Prezentarea calculului și a diagramelor	Săptămâna 1
1.23 Rezonanța tensiunilor.	Diagrama fazorială a circuitului R L C serie	Prezentarea diagramei	Săptămâna 2
1.24 Rezonanța curenților.	Diagrama fazorială a circuitului R L C paralel	Prezentarea diagramei	Săptămâna 3
1.25 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda teoremelor lui Kirchhoff. Puteri în circuite de curent alternativ.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 4
1.26 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda transfigurării.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 5
1.27 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda cu două noduri.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 6
2. Circuite electrice trifazate			
2.11 Calculul circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea prin metoda tensiunii între noduri.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 8
2.12 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată conectată în triunghi.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 9
2.14 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată prin metoda complexă.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 10
2.15 Calculul circuitelor trifazate cu sarcină echilibrată și neechilibrată prin metoda conductanțelor complexe.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 11

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Conectarea RLC serie. Rezonanța tensiunii.
2. Conectarea RLC paralel. Rezonanța curenților.
3. Legarea mixtă a elementelor în circuitele de curent alternativ.
4. Conectarea în stea a receptoarelor trifazate.
5. Conectarea în triunghi a receptoarelor trifazate.

IX. Sugestii metodologice

Curriculumul pentru unitatea de curs **Bazele teoretice ale electrotehnicii** prevede organizarea procesului educațional în contextul instruirii axate pe formare de competențe profesionale necesare pentru angajarea eficientă/adaptarea absolvenților la condițiile reale și mereu în schimbare ale pieței muncii. Pornind de la această premisă, procesul de învățare trebuie să se axeze nu doar pe formarea de competențe, dar și pe capacitatea persoanei de a soluționa probleme la locul de muncă, modifica procedee de lucru, colabora eficient cu colegii.

Curriculumul disciplinar **Bazele teoretice ale electrotehnicii** presupune utilizarea metodelor de instruire care pune accentul pe stimularea gândirii critice, pe dinamizarea procesului de învățare, pe formarea de competențe profesionale specifice ce vor asigura tehnicienilor energeticieni oportunități de realizare profesională. Pentru asimilarea conștientă a informației pe unități de învățare se vor utiliza metodele:

- **Circuite electrice liniare de curent alternativ:** lectura ghidată, explicația, descrierea, instructajul, exerciții, lucrări practice, problematizarea.
- **Circuite electrice trifazate:** demonstrarea, observația, autoevaluarea, experimentul, diagrama T, metoda mozaicului, studiu de caz.

Lucrările practice/laborator au scopul de a dezvolta capacitățile psihomotorii ale elevilor. În acest caz sunt recomandate strategii didactice în care predomină acțiunea de investigație a realității (observația, experimentul, demonstrația, modelarea), și strategiile pe care se pune accentul pe acțiunea practică (exercițiul, lucrare practică, lucrare de laborator, lucrare grafică). Aceste strategii au un caracter aplicativ și formează la elevi abilități practice.

Pentru formarea competențelor profesionale este necesar de a aplica diverse metode, procedee, acțiuni și operații, care se structurează în funcție de o serie de factori, într-un grup de activități. Procesul didactic se va baza pe activitățile de învățare-predare cu un caracter activ, interactiv centrat pe elev, cu pondere sporită a demersurilor de învățare și nu a celor de predare, pe activitățile care asigură formarea și dezvoltarea abilităților sociale.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea rezultatelor academice reprezintă o acțiune managerială proprie sistemelor socio-umane, care solicită raportarea rezultatelor obținute, într-o anumită activitate, la un ansamblu de criterii specifice domeniului în vederea luării unei decizii optime. Teoria și practica evaluării eficienței învățământului profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonoterțiar operează o distincție

metodologică între acțiunile de măsurare și de apreciere proiectate și realizate la nivel de sistem și de proces.

Evaluarea formativă. Unul din progresele înregistrate în domeniul metodologiei evaluării rezultatelor academice îl constituie înțelegerea caracterului dinamic al acesteia, exprimat în evaluarea rezultatelor academice pe întreg parcursul procesului didactic.

Scopul în care este efectuată evaluarea continuă constă în a cunoaște dacă și în ce măsură, obiectivele privind cunoștințele și capacitățile ce trebuiau însușite au fost atinse. Demersul vizează atât cunoașterea progreselor elevului, cât și identificarea dificultăților de învățare pe care le întâmpină.

Evaluarea sumativă. Este modul de evaluare dinamică a rezultatelor academice, predominant prin verificări punctuale, pe parcursul programului, încheiate cu o evaluare globală, de bilanț la sfârșitul unor segmente de activitate relativ mari corespunzătoare semestrelor, anului de studii. În esență sa evaluarea finală este sumativă.

Evaluarea sumativă este caracteristică învățământului tradițional, în care actul de evaluare a rezultatelor academice urmărește să cunoască în ce măsură subiecții au atins performanțele așteptate. În situația în care, prin rezultatele obținute, se consideră că au atins nivelul minim de competență cerut și necesar. Prin urmare, se apreciază că pregătirea subiecților este în concordanță cu standardele stabilite atunci când evaluarea finală (la sfârșitul unei perioade de activitate) indică acumularea cunoștințelor necesare și formarea competențelor vizate.

Evaluarea finală. În conformitate cu planul de învățământ aprobat pentru specialitatea 71320 Electromecanică, unitatea de curs **Bazele teoretice ale electrotehnicii** acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului oral. Examenul oral este prevăzut, pe bază de bilete de examen individuale, tratate prin expunerea liberă a elevului, prin chestionarea orală sau/și prin conversație de evaluare. Elaborarea subiectelor la probele orale se va face astfel încât să se asigure același grad de dificultate pentru toți elevii.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor specifice disciplinei **Bazele teoretice ale electrotehnicii** trebuie asigurat un mediu de învățare autentic, relevant și centrat pe elev. Sala de curs va fi dotată cu mobilier școlar, tablă, proiector și condiții ergoeconomice adecvate. Lucrările practice și de laborator se vor desfășura în laborator. Laboratorul va fi dotat cu utilaje, echipamente, aparate de măsură necesare pentru realizarea lucrărilor practice și de laborator.

Lista de utilaje și echipament necesare pentru realizarea lucrărilor de laborator recomandate:

Utilaje: standuri de laborator, panou de comandă, instalație de transformare.

Aparate și materiale: voltmetre, ampermetre, wattmetre, multimetre, fire de conexiune, reostate, baterii de condensatoare, bobine cu miez magnetic, bobine de inductanță, rezistențe, reostate, autotransformatoare, multimetre digitale.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Mircea Popa, Constanțiu Popescu " Electrotehnica" lucrări teoretice complementare.	Biblioteca	900
2.	Emil Simion, Teodor Magear " Electrotehnica" pentru subingineri 1993.	Biblioteca	900
3.	В.С. Попов. Теоретическая электротехника для учащихся техникумов. Энергоатомиздат 1990.	Biblioteca	160
4.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu “ Electrotehnică și mașini electrice” Chișinău 1998.	Biblioteca	20
5.	Noțiuni fundamentale de circuite electrice	http://etc.unitbv.ro/~craciun/ElnAn/Curs/C1_Intro.pdf	
6.	Bazele electrotehnicii vol.1	http://rapidshare.com/files/40348660...icii_vol.1.pdf	
7.	Bazele electrotehnicii,partea 2-a	http://elth.pub.ro/~vasilescu/bazele_electrotehnicii_2/	
8.	E. Cazacu, Bazele electrotehnicii I,II, 2012	http://www.elth.pub.ro/~cazacu/1.%20Suport%20Curs%20BE%20I-TR-%20TET%202015/curs_Bazele%20Electrotehnicii_TET.pdf	