Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob"

Mariana BARLADEAN,

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

"17" 09 2025

Curriculum modular la unitatea de curs

S.05.O.021 Mașini și acționări electrice

Programul de studii: **0713.7 Surse regenerabile de energie**

Calificarea: **0713.7.1 Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile**

Chișinău 2025

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului "Competenţe pentru tranziţia verde şi dezvoltarea durabilă" implementat de Organizaţia Internaţională a Muncii (ILO) în parteneriat cu Asociaţia Obştească "Educaţie pentru Dezvoltare" (AED) cu suportul financiar al Agenţiei Austriece de Dezvoltare (ADA) şi al Fundaţiei Servicii de Dezvoltare din Liechtenstein (LED)

Aprobat la:

Consiliul metodico-ştiinţific al I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică, proces-verbal nr.1 din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAŞ _____

Şedinţa Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică, proces-verbal nr.2 din 09 septembrie 2025, şef catedră Electrotehnică, Svetlana CECAN _____

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, Decan Facultatea Energetică şi Inginerie electrică,

dr. ing. lect. Dumitru BRAGA _____ 17.10.2025
semnătura data

Autori:

1) Grigore TOFAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, şef secţie didactică Electrotehnică, I. P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
2) Leonid DAMIAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
3) Oleg CHITOROAGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic doi, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
4) Sergiu ARION, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică

Coordonatori de proces:

1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial unu, grad didactic superior
2) Oleg BURSUC, manager proiect "Competenţe pentru tranziţia verde şi dezvoltarea durabilă", Asociaţia Obştească „Educaţie pentru Dezvoltare"

Recenzenţi:

1) Tudor PLUGARU, administrator, compania ECO DYNAMIC SRL
2) Ruslan Moisei, administrator, compania "Volt Master" SRL
3) Ion COJOCARI, administrator, compania S.R.L. DARCOM ENERGY

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul naţional al învăţământului profesional tehnic

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

Cuprins:

I. Preliminarii 4
II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională 4
III. Copetențele profesionale și rezultatatele învățării 5
IV. Administrarea unității de curs 6
V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare 6
VI. Unitățile de învățare 6
VII. Studiu individual ghidat de profesor 10
VIII. Lucrările practice/ de laborator recomandate 12
IX. Sugestii metodologice 12
X. Sugestii de evaluare 14
XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării 17
XII. Resursele didactice recomandate elevilor 19

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs *Mașini și acționări electrice* este elaborat în baza Standardului de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 104/2025, precum și în baza Planului de învățământ SC 03/25, aprobat prin Ordinul MEC nr.508 din 04 aprilie 2025, 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*. Unitatea de curs *Mașini și acționări electrice* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare 0713 Energetică și inginerie electrică și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0713.7 *Surse regenerabile de energie*.

Scopul unității de curs *Mașini și acționări electrice* este de a oferi elevilor cunoștințele teoretice și abilitățile practice necesare pentru a înțelege și a aplica principii legate de funcționarea, controlul și utilizarea mașinilor electrice în diferite aplicații industriale și comerciale. Acest curs vizează formarea competențelor de bază și avansate în domeniul tehnologiilor electrice și al automatizărilor.

Curriculumul modular *Mașini și acționări electrice* prevede studiul proceselor electromagnetice care au loc în mașinile electrice în timpul funcționării lor în diferite regimuri, inclusiv în contexte de integrare a energiei regenerabile, precum și analiza variantelor constructive de mașini electrice și transformatoare utilizate în sistemele de energie verde.

De asemenea, se vor studia proprietățile de reglare a vitezei, pornirea și frânarea mașinilor electrice, esențiale pentru optimizarea performanței în aplicațiile de energie regenerabilă, cum ar fi turbinele eoliene sau sistemele fotovoltaice.

Pentru demararea procesului instructiv la unitatea de curs *Mașini și acționări electrice*, sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele discipline: fizică, matematică, și la unitatea de curs
F.01.O.009 Materiale și componente tehnice;
F.01.O.010 Desen tehnic;
F.02.O.012 Măsurări electrice și electronice;
F.03.O.013 Teoria circuitelor electrice;
F.04.O.016 Bazele teoretice ale electrotehnicii;
S.04.O.020 Aparate electrice și automatizări.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul modular *Mașini și acționări electrice* constituie cadrul normativ fundamental care reglementează condițiile procesului educațional și specifică performanțele ce trebuie atinse în cadrul modulului, detaliate în termeni de competențe, conținuturi și activități de învățare.

Prin studierea unității de curs *Mașini și acționări electrice* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- Implementarea celor mai noi tehnologii în domeniul electromecanicii;

- Utilizarea eficiente a resurselor și a tehnologiilor pentru optimizarea performanței sistemelor de acționare electrică;
- Încurajarea adoptării de soluții inovative pentru integrarea mașinilor electrice în sistemele de energie regenerabilă;
- Respectarea standardelor de siguranță în utilizarea și întreținerea echipamentelor electrice;
- Promovarea utilizării eficiente a energiei electrice, contribuind la economisirea resurselor și reducerea impactului asupra mediului;
- Dezvoltarea unei atitudini de muncă în echipă și colaborare între domenii pentru soluționarea problemelor tehnice complexe;

Studierea unității de curs *Mașini și acționări electrice* are un rol important în formarea competențelor profesionale ale viitorului tehnician, creând precondiții pentru dobândirea cunoștințelor și abilităților la următoarele unități de curs, prevăzute în planul de învățământ:
S.06.O.024 Centrale termice solare;
S.07.O.027 Centrale electrice eoliene;
S.07.O.028 Instalații pe biogaz și biocombustibili solizi.

III. Competențe profesionale și rezultate ale învățării

Unitatea de curs *Mașini și acționări electrice* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în Standardul de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, 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
RÎ9. Absolventul poate executa lucrările de pregătire pentru instalarea sistemelor de încălzire/răcire cu pompe de căldură, respectând normele de SSM, de securitate electrică și de protecție a mediului.	**CP11.** Coordonarea procesului de instalare a sistemelor de încălzire/răcire cu pompe de căldură. **CP4.** Organizarea activităților cu respectarea normelor de SSM, securitate energetică și de protecție a mediului.
RÎ11. Absolventul poate executa lucrările de pregătire pentru montarea instalațiilor geotermale de mică adâncime (IGT) cu respectarea normelor de SSM, de securitate electrică și de protecție a mediului.	**CP13.** Coordonarea procesului de montare a centralei geotermale de mică adâncime (IGT). **CP4.** Organizarea activităților cu respectarea normelor de SSM, securitate energetică și de protecție a mediului.
RÎ13. Absolventul poate executa lucrările de pregătire pentru montarea centralei electrice eoliene (CEE) cu respectarea normelor de SSM, de securitate electrică și de protecție a mediului.	**CP15.** Coordonarea proceselor de montare a centralei electrice eoliene (IE) **CP4.** Organizarea activităților cu respectarea normelor de SSM, securitate energetică și de protecție a mediului.

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 9, 11, 13 din Standardul de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, după studierea unității de curs *Mașini și acționări electrice*, elevul va fi capabil:

- să monteze și întrețină transformatoare electrice, conform specificațiilor tehnice;
- să aplice metode de pornire și de reglare a vitezei motoarelor asincrone;
- să asambleze scheme electrice de comandă cu motoare de curent continuu;
- să descrie părțile constructive ale motoarelor și generatoarelor sincrone;
- să selecteze motoare electrice de acționare, conform regimului de lucru al acționărilor electrice.

IV. Administrarea unității de curs

Semestru	Număr de ore				Forma de evaluare	Număr de credite
	Total ore	Ore de contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/Laborator			
V	90	35	10	45	examen	3

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Număr de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
1.	Transformatoare electrice	20	8	2	10
2.	Mașini de curent continuu	14	5	2	7
3.	Mașini asincrone	18	6	2	10
4.	Mașini sincrone	16	6	2	8
5.	Acționări electrice	22	10	2	10
	Total	**90**	**35**	**10**	**45**

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Transformatoare electrice		
Unitatea de competență 1. Montarea și întreținerea transformatoarelor electrice, conform specificațiilor tehnice	1.1 Caracteristici generale ale transformatoarelor. Tipuri de transformatoare. 1.2 Parametrii nominali și semne	1. Operarea cu noțiuni specifice transformatoarelor electrice 2. Descifrarea standardelor de marcare a transformatoarelor 3. Utilizarea transformatoarelor

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	convenționale ale transformatoarelor. Elemente constructive ale transformatoarelor. 1.3 Principiul de funcționare a transformatorului monofazat. 1.4 Încercarea transformatorului în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat monofazat. 1.5 Caracteristicile externe ale transformatorului. Randamentul transformatorului 1.6 Sistemul de curenți trifazați. Scheme și grupe de conexiune. 1.7 Reglarea tensiunii transformatorului trifazat. 1.8 Funcționarea transformatoarelor în paralel. 1.9 Transformatoare speciale. Autotransformatoare monofazate și de putere. 1.10 Transformator de sudare. Transformatoare cu trei înfășurări.	electrice 4. Identificarea elementelor constructive ale transformatoarelor 5. Demonstrarea principiului de funcționare a transformatorului 6. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat 7. Construirea caracteristicilor externe ale transformatorului 8. Determinarea pierderilor și randamentul transformatorului 10 Executarea schemelor de conexiune ale înfășurărilor 11. Determinarea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat 12. Conectarea transformatoarelor în paralel 13. Utilizarea transformatoarelor speciale
2. Mașini de curent continuu		
Unitatea de competență 2. Asamblarea schemelor electrice de comandă cu motoare de curent continuu	2.1 Domeniul de aplicare și destinația mașinilor de curent continuu. Parametrii și semne convenționale ale MCC. 2.2 Elemente constructive ale mașinii de curent continuu. 2.3 Funcționarea motorului de curent continuu în regim de motor și generator. 2.4 Pierderile și randamentul mașinii de curent continuu. 2.5 Clasificarea motoarelor de curent continuu după modul de excitație. Caracteristicile motorului de curent continuu.	1. Descifrarea standardelor de marcare ale mașinilor de curent continuu 2. Asamblarea și dezasamblarea motorului de curent continuu 3. Demonstrarea principiului de funcționare al motorului de curent continuu 4. Determinarea pierderilor și randamentului motorului de curent continuu 5. Executarea schemelor electrice ale motoarelor de curent continuu 6. Construirea caracteristicilor

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	2.6 Clasificarea generatoarelor de curent continuu după modul de excitație. Caracteristicile motorului de curent continuu. 2.7 Pornirea motorului de curent continuu. 2.8 Reglarea vitezei motorului de curent continu. 2.9 Micromașini de curent continuu. Motoare universale.	motoarelor de curent continuu 7. Executarea schemelor electrice ale generatoarelor de curent continuu 8. Construirea caracteristicilor generatoarelor de curent continuu 9. Executarea schemelor de pornirea motorului de curent continuu 10. Alegerea metodei de reglare a vitezei motorului de curent continuu 11. Utilizarea motoarelor universale în acționări electrice
3. Mașini asincrone		
Unitatea de competență 3. Aplicarea metode de pornire și de reglare a vitezei motoarelor asincrone	3.1. Clasificarea și rolul mașinilor asincrone în AE. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinii asincrone. 3.2 Elemente constructive ale mașinii asincrone cu rotorul scurtcircuitat și bobinat. 3.3 Principiul de funcționare a mașinii asincrone. Regimurile de funcționare al mașinii asincrone. 3.4 Metode de pornire ale motorului asincron trifazat. 3.5 Reglarea vitezei motorului asincron. Regimurile de frânare ale mașinii asincrone. 3.6 Construcția și principiul de funcționare al motorului monofazat. 3.7 Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate. 3.8 Motoare monofazate cu condensator.	1. Descifrarea standardelor de marcare a motoarelor asincrone 2. identificarea parametrilor mașinii asincrone 3. Asamblarea și dezasamblarea părților constructive ale motoarelor asincrone 4. Determinarea pierderilor și randamentului mașinilor de curent alternativ 5. Construirea caracteristicilor mașinii asincrone 6. Executarea schemelor de pornirea motorului asincron trifazat scurtcircuitat 7. Alegerea metodei de reglare a vitezei motorului asincron 8. Asamblarea și dezasamblarea motorului asincron monofazat 9. Conectarea motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată 10. Executarea schemelor d electrice motorului monofazat cu condensator

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
4. Mașini sincrone		
Unitatea de competență 4. Descrierea părțile constructive ale motoarelor și generatoarelor sincrone	4.1. Clasificarea motoarelor și generatoarelor sincrone. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone. 4.2 Elemente constructive ale motoarelor și generatoarelor sincrone. 4.3 Principiul de funcționare al mașinii sincrone. 4.4 Transformarea electromecanică a energiei în generatorul sincron. 4.4 Reglarea puterii generatorului sincron. Caracteristicile generatorului sincron în regim autonom. 4.5 Pornirea și reglarea vitezei motorului sincron 4.6 Generatoare sincrone de mică putere. 4.7 Mașini sincrone cu magneți permanenți.	1. Descifrarea standardelor de marcare ale generatoarelor și motoarelor sincrone 2. Identificarea parametrilor nominali ai motorului sincron 3. Montarea și demontarea mașinilor sincrone 4. Demonstrarea principiului de funcționare a motorului și generatorului sincron 5. Construirea caracteristicilor generatorului sincron 6. Executarea schemelor de excitație a mașinii sincrone 7. Conectarea motoarelor și generatoarelor 8. Pornirea și reglarea vitezei motoarelor sincrone 9. Utilizarea generatoarelor sincrone de mică putere 10 Aplicarea mașinilor sincrone cu magneți permanenți în acționările electrice
5. Acționări electrice		
Unitatea de competență 5. Alegerea motoarelor electrice de acționare, conform regimului de lucru al acționărilor electrice	5.1 Cuplurile și forțele de rezistență, inerția maselor și momentelor de inerție. 5.2 Caracteristicile mecanice a mecanismelor de producere și a motoarelor electrice. 5.3 Ecuația fundamentală a mișcării. Ecuația mișcării acționării electrice cu moment de inerție variabil. 5.4 Timpul de accelerare și decelerare a acționărilor. 5.5 Pierderile de energie în acționările de curent continuu și alternativ. Încălzirea și răcirea motorului.	1. Determinarea cuplurilor rezistente, forțelor și maselor și momentelor de inerție 2. Analizarea caracteristicilor mecanice ale mecanismelor de producere 3. Compararea caracteristicilor mecanice ale mașinilor electrice 4. Deducerea ecuațiilor a mișcării acționării electrice 5. Calcularea timpului de accelerare și decelerare a acționărilor 6. Determinarea pierderilor de energie în acționările de curent continuu și alternativ

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	5.6 Clasificarea regimurilor de lucru al acționărilor electrice. Diagramele de sarcină a acționărilor electrice. 5.7 Calculul puterii și alegerea motorului în regim de scurtă durată și regim intermitent. 5.8 Calculul puterii și alegerea motorului cu funcționare cu șocuri de sarcină. 5.9 Calculul puterii și alegerea motorului cu funcționare foarte neregulată în timp. 5.10 Alegerea tipului de motor din punct de vedere constructiv. 5.11 Alegerea motoarelor după condițiile de viteză. 5.12 Alegerea motoarelor electrice în funcție de caracteristica mecanică a mașinii de lucru. 5.13 Determinarea frecvenței maximale admisibile de conectări al motoarelor asincrone.	7. Aplicarea regimurilor de lucru al acționărilor electrice 8. Aplicarea diagramelor de sarcină a acționărilor electrice 9. Determinarea puterii și selectarea motorului în regim de scurtă durată 10. Calcularea puterii și selectarea motorului în regim intermitent 11. Determinarea puterii și selectarea motorului cu funcționare foarte neregulată în timp 12. Selectarea motoarelor din punct de vedere constructiv 13. Alegerea motoarelor după condițiile de viteză 14. Selectarea motoarelor în baza caracteristicii mecanice al mașinii de lucru 15. Calcularea frecvenței maximale admisibile de conectări ale motoarelor asincrone

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Transformatorul electric			
1.2 Parametrii nominali și semne convenționale ale transformatoarelor. Elemente constructive ale transformatoarelor.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
1.4 Încercarea transformatorului în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat monofazat.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	2 ore
1.5 Caracteristicile externe ale transformatorului. Randamentul transformatorului	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1.6 Sistemul de curenți trifazați. Scheme și grupe de conexiune.	Scheme de conexiune	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
1.10 Transformatoare speciale. Autotransformatoare monofazate și de putere.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
2. Mașini de curent continuu			
2.4 Pierderile și randamentul mașinii de curent continuu.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	2 ore
2.7 Pornirea motorului de curent continuu.	Scheme electrice de pornire	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
2.8 Reglarea vitezei motorului de curent continu.	Scheme electrice de reglare	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
2.9 Micromașini de curent continuu. Motoare universale.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	1 ore
3. Mașini asincrone			
3.1 Clasificarea și rolul mașinilor asincrone în AE. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinii asincrone.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
3.4 Metode de pornire ale motorului asincron trifazat.	Scheme electrice de pornire	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
3.5 Reglarea vitezei motorului asincron. Regimurile de frânare ale mașinii asincrone.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
3.7 Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
3.8 Motoare monofazate cu condensator.	Scheme electrice de conectare	Prezentarea Schemei electrice	2 ore
4. Mașini sincrone			
4.1 Clasificarea motoarelor și generatoarelor sincrone. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4.5 Pornirea și reglarea vitezei motorului sincron	Scheme electrice	Prezentarea scheme electrice	2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
4.6 Generatoare sincrone de mică putere.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4.7 Mașini sincrone cu magneți permanenți.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
5. Acționări electrice			
5.7 Calculul puterii și alegerea motorului în regim de scurtă durată și regim intermitent.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	2 ore
5.8 Calculul puterii și alegerea motorului cu funcționare cu șocuri de sarcină.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	2 ore
5.9 Calculul puterii și alegerea motorului cu funcționare foarte neregulată în timp.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	2 ore
5.11 Alegerea motoarelor după condițiile de viteză.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
5.12 Alegerea motoarelor electrice în funcție de caracteristica mecanică a mașinii de lucru.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore

Notă: Termenele de realizare 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.	Transformatoare electrice	1. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat	2
		2. Încercarea în sarcină a transformatorului trifazat	2
2.	Mașini de curent continuu	3. Cercetarea motorului de curent continuu	2
3.	Mașini asincrone	4. Cercetarea motorului asincron trifazat	2
4.	Acționări electrice	5. Acționări electrice cu motoare asincrone	2
Total ore			**10**

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile unității de curs *Mașini și acționări electrice* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor, precum şi de nivelul inițial de pregătire

al acestora. Parcurgerea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la discreția cadrelor didactice care predau conținutul unității de curs.

Aceștia vor repartiza timpul în funcție de gradul de dificultate al temelor, de complexitatea materialului didactic utilizat în strategia didactică şi de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi. Curriculum disciplinar la unitatea de curs *Mașini și acționări electrice* are o structură permeabilă, deschisă pentru a încorpora alte unități de învățare, care să formeze cunoștințe și abilități noi, solicitate pe piața muncii.

Strategii didactic. Strategiile didactice aplicate în cadrul curricumului modular al unității de curs *Mașini și acționări electrice* vor fi concepute și implementate astfel încât să favorizeze formarea competențelor profesionale printr-o abordare activ-participativă a procesului instructiv-educativ. Acestea vor viza activizarea structurilor funcțional-acționare ale elevilor, stimularea gândirii critice și operaționale, precum și dezvoltarea autonomiei în învățare. Totodată, se va urmări valorificarea potențialului psihofizic individual al fiecărui elev, prin metode didactice diferențiate și situații de învățare adaptate nivelului de dezvoltare și stilurilor cognitive specifice. Accentul va fi pus pe integrarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile practice, în contexte reale sau simulate, favorizând astfel transferul de competențe și formarea unei gândiri tehnice și sistemice.

Metode didactice. Având în vedere caracterul aplicativ al procesului educațional, cadrul didactic va alege metode și tehnici didactice care să sprijine în mod direct formarea aptitudinilor și deprinderilor praxiologice esențiale. Lucrările de laborator și lucrările practice vor avea un rol central în acest demers, contribuind atât la consolidarea abilităților tehnice, cât și la stimularea gândirii creative a elevilor. Aceste activități vor fi orientate spre dezvoltarea următoarelor abilități:

- calcularea parametrilor circuitelor electrice specifice sistemelor de acționare electrică;
- realizarea montajelor electrice și electromecanice conform schemelor de principiu și de execuție;
- efectuarea măsurătorilor parametrilor electrici caracteristici mașinilor electrice (curent, tensiune, putere, turație, rezistență etc.);
- utilizarea corectă și în condiții de siguranță a aparatelor de măsură, control și diagnosticare din domeniul electrotehnic;
- interpretarea rezultatelor obținute în urma lucrărilor practice și corelarea acestora cu noțiunile teoretice;
- aplicarea procedurilor de verificare, întreținere și punere în funcțiune a echipamentelor de acționare electrică.

Pentru a facilita atingerea rezultatelor învățării preconizate, se recomandă utilizarea unor metode și tehnologii didactice active, centrate pe elev, care includ:

- învățarea prin problematizare, prin care elevii sunt provocați să identifice soluții și să gândească critic în fața unor situații concrete;
- învățarea euristică, ce stimulează descoperirea personală și dezvoltarea spiritului de inițiativă;
- demonstrația, ca metodă eficientă pentru clarificarea proceselor tehnice și operațiilor practice;
- simularea, folosită pentru exersarea situațiilor reale într-un mediu controlat, sigur și predictibil.

Pentru dezvoltarea gândirii logico-creative a elevilor, se recomandă utilizarea actelor normative și a instrucțiunilor tehnice de specialitate, precum și realizarea de referate care să stimuleze documentarea, analiza și sinteza informațiilor.

În cadrul procesului de predare-învățare, accentul va fi pus pe un învățământ formativ și diferențiat, care valorifică atât activitățile individuale, cât și pe cele desfășurate în grup, în vederea dezvoltării autonomiei și cooperării între elevi.
Ținând cont de specificul unității de curs, pe parcursul lecțiilor teoretice și, în special, în procesul de executare a lucrărilor de laborator sau practice, profesorul, în mod obligatoriu și continuu, va atenționa elevii despre necesitatea respectării tehnicii securității, a normelor de securitate și sănătate în muncă, precum și a securității antiincendiare.

Mijloace de învățare.

Pentru o organizare eficientă a procesului instructiv-educativ, este esențială utilizarea unor mijloace și resurse didactice care să sprijine comunicarea clară a conținuturilor, înțelegerea mesajelor educaționale și formarea competențelor specifice. Aceste mijloace contribuie la dobândirea de priceperi și deprinderi, precum și la consolidarea și aplicarea cunoștințelor nou dobândite. Printre instrumentele didactice recomandate pentru optimizarea activităților de predare, învățare și evaluare se numără:

- mijloace informativ-demonstrative, precum planșele, mostrele, plăcile de prezentare sau machetele, utile în ilustrarea conținuturilor teoretice și tehnice;
- mijloace de exersare și formare a deprinderilor, cum ar fi schemele electrice, modelele funcționale și aplicațiile pe calculator, folosite pentru simulare, calcul și execuție practică;
- mijloace tehnice audiovizuale, precum videoproiectorul, ecranele interactive sau materialele video, care susțin prezentarea interactivă a informațiilor și captarea atenției elevilor.

X. Sugestii de evaluare

Evaluarea este parte integrantă a demersului didactic și are ca scop aprecierea gradului în care rezultatele învățării sunt reflectate în cunoștințele, abilitățile și competențele cognitive ale elevilor. Prin intermediul evaluării, atât profesorul, cât și elevul pot identifica nivelul real al achizițiilor dobândite, eventualele lacune și cauzele acestora, beneficiind astfel de un feedback eficient pentru reglarea și adaptarea procesului educațional.
Pentru optimizarea învățării, în cadrul activităților didactice vor fi utilizate metode, tehnici și instrumente variate de evaluare, adaptate contextului de predare și rezultatelor scontate.
Evaluarea continuă (formativă) va fi realizată sistematic, pe baza unor probe relevante, care reflectă progresul și nivelul de performanță al elevilor.

Metodele de evaluare formativă recomandate includ:

- *observarea sistematică* a comportamentului și activității elevilor, care permite aprecierea nivelului de înțelegere a conceptelor, proceselor, procedurilor și aptitudinilor tehnice, precum și a atitudinii față de sarcinile de lucru;

- *autoevaluarea*, ca instrument de reflecție personală prin care elevul își compară performanțele proprii cu obiectivele și standardele stabilite, identificând eventualele nevoi de îmbunătățire și adaptându-și strategiile de învățare;
- *evaluarea prin lucrări de laborator*, care oferă o imagine concretă asupra aplicării cunoștințelor teoretice, a modului de utilizare a aparaturii și a materialelor didactice, precum și a capacității de lucru cu documentația tehnică specifică.

Evaluarea este implicită demersului didactic și urmărește măsura în care rezultatele învățării au fost exprimate prin cunoștințe și deprinderi/abilități cognitive.
Evaluarea permite atât profesorului, cât şi elevului să cunoască nivelul deprinderilor şi cunoștințelor dobândite, să identifice lacunele şi cauzele lor, ceea ce oferă un feedback eficient în vederea reglării procesului de predare-învățare.
Prin urmare, în cadrul demersului evaluativ vor fi valorificate diverse metode, tehnici şi instrumente de evaluare, care contribuie la optimizarea procesului de învățare.
Evaluarea continuă (formativă) a elevilor va fi realizată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării scontate.
Metodele de evaluare formativă recomandate sunt:

- *observarea sistematică* a comportamentului elevilor, care permite evaluarea înțelegerii conceptelor, proceselor, procedurilor, aptitudinilor, dar și a atitudinilor față de o sarcină dată;
- *autoevaluarea*, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele și standardele educaționale și își poate modifica programul propriu de învățare;
- *metoda lucrărilor de laborator,* prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile de teorie, utilizarea corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor, precum și a documentației tehnice.

Pentru evaluarea rezultatelor învățării prevăzute în curriculumul specific unității de curs *Mașini și acționări electrice*, se recomandă utilizarea unor metode și instrumente moderne de evaluare care să permită aprecierea atât a performanțelor tehnice, cât și a competențelor generale și specifice dezvoltate de elevi. Dintre acestea, se evidențiază:

- *miniproiectul*, ca metodă activă de evaluare prin care se valorifică capacitatea elevului de a aplica în mod integrat cunoștințele dobândite. Acesta permite evaluarea modului de lucru, a eficienței în utilizarea bibliografiei, a materialelor și echipamentelor disponibile, a organizării logice a ideilor și a resurselor, precum și a acurateței tehnice a execuției;
- *portofoliul*, ca instrument de evaluare flexibil și complex, care reflectă progresul individual al elevului pe parcursul unei perioade determinate. Acesta integrează diverse produse ale activității elevului (fișe de lucru, teme, proiecte, reflecții personale, lucrări de laborator etc.) și oferă o imagine detaliată și structurată a performanțelor, interesului și implicării acestuia în procesul de învățare.

Pentru evaluarea eficientă a competențelor și rezultatelor învățării din cadrul unității de curs, se recomandă utilizarea unor instrumente variate și adaptate diverselor stiluri de învățare ale elevilor. Acestea permit monitorizarea progresului, identificarea dificultăților și ajustarea demersului didactic în mod personalizat.

Instrumentele de evaluare recomandate includ:

- fișe de lucru, utilizate atât în activitățile desfășurate în clasă, cât și în cele de acasă, pentru consolidarea și aplicarea cunoștințelor;
- fișe de autoevaluare, menite să încurajeze reflecția personală, responsabilitatea față de învățare și reglarea comportamentului cognitiv;
- teste formative și sumative, structurate pe baza unor itemi diverși: itemi de completare, cu răspuns scurt, alegere multiplă, alegere dual, itemi de asociere, întrebări structurate și itemi de tip rezolvare de probleme, care evaluează înțelegerea, analiza, aplicarea și sinteza cunoștințelor.

Instrumentele de evaluare recomandate sunt:
- fişe de lucru (în auditoriu, acasă);
- fişe de autoevaluare;
- teste cu itemi de completare, cu răspuns scurt, cu alegere multiplă, itemi cu alegere dual, itemi de asociere, itemi de tip întrebări structurate, itemi de tip rezolvare de probleme.

Sarcinile recomandate pentru demonstrarea rezultatelor învățării în cadrul unității de curs *Mașini și acționări electrice*, includ activități practice și aplicative prin care elevii își pot evidenția competențele tehnice și capacitatea de a integra cunoștințele teoretice. Acestea pot fi:

- realizarea montajelor electrice, prin asamblarea circuitelor de comandă și de forță utilizând componente electrice (contactoare, relee, întrerupătoare, siguranțe etc.) în conformitate cu schemele date;
- efectuarea calculelor parametrilor electrici caracteristici echipamentelor și mașinilor electrice, cum ar fi curentul, tensiunea, puterea activă/reactivă, randamentul sau turația;
- analiza și interpretarea datelor obținute din măsurători sau simulări, în scopul evaluării performanței sistemului electric și identificării eventualelor erori sau defecțiuni.

Produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării sunt reprezentate de rapoartele elaborate în urma lucrărilor de laborator și a activităților practice. Acestea constituie instrumente valoroase de apreciere a nivelului de aplicare a cunoștințelor teoretice, a abilităților tehnice și a capacității de analiză. Rapoartele vor conține în mod obligatoriu următoarele elemente:

- schemele circuitelor electrice asamblate, realizate conform temei de laborator;
- tabele cu datele experimentale, rezultate din măsurători directe, alături de valorile calculate ale parametrilor relevanți;
- caracteristicile tehnice fundamentale ale circuitelor realizate, explicate în contextul funcționării acestora;
- calculele parametrilor de bază, efectuate cu respectarea metodelor și formulelor adecvate;
- concluzii tehnice, care sintetizează observațiile privind desfășurarea lucrării, corectitudinea execuției, eventualele erori și interpretarea rezultatelor.

C*riterii de evaluare a produselor realizate de elevi în cadrul lucrărilor de laborator și practice:*

1. *Conformitatea tehnică* – circuitele electrice asamblate respectă cerințele tehnice specificate în temă și sunt realizate în conformitate cu standardele și normele în vigoare;
2. *Funcționalitatea montajului* – circuitul electric asamblat este complet, corect conectat și funcționează conform parametrilor proiectați;
3. *Relevanța datelor experimentale* – valorile măsurate sunt corecte, relevante pentru obiectivele

lucrării și reflectă comportamentul real al circuitului;

4. *Acuratețea calculelor* – calculele parametrilor electrici sunt efectuate corect, utilizând formulele și unitățile de măsură adecvate;
5. *Calitatea analizei și a concluziilor* – concluziile formulate sunt logice, bine argumentate, reflectă înțelegerea fenomenelor studiate și includ eventualele observații critice privind funcționarea circuitului.

Evaluarea sumativă se va desfășura la finalul modulului sub forma unui examen scris, care va reflecta rezultatele învățării acumulate pe parcursul cursului. Instrumentele de evaluare vor fi concepute astfel încât să măsoare gradul de stăpânire a cunoștințelor și abilităților dobândite, fără a se focaliza pe procesul învățării.
Pentru a fi admis la examen, elevul va trebui să îndeplinească următoarele condiții:

- va prezenta portofoliului completat, care va include produsele rezultate din studiul individual al elevului, oferind o imagine completă a experienței de învățare și a progresului realizat;
- va efectua toate lucrările de laborator și practice, care vor evalua atât cunoștințele teoretice (din cadrul lecțiilor) cât și abilitățile practice de asamblare a circuitelor electrice și verificare a funcționalității acestora, utilizând aparatura și materialele corespunzătoare (AMC-uri – aparate de măsură și control).

XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

Cerințele de amenajare/dotare ale laboratorului. Amenajarea laboratorului trebuie să fie realizată cu un mare grad de atenție pentru a asigura un mediu de învățare sigur, funcțional și eficient.
În acest context, cerințele de amenajare se referă la structura fizică a laboratorului, dotările necesare pentru realizarea lucrărilor de laborator și practice, siguranța elevilor și facilitarea învățării.
Pentru a asigura atingerea rezultatelor învățării și pentru a oferi elevilor o experiență practică relevantă și eficientă la unitatea de curs *Mașini și acționări electrice*, este necesar ca laboratorul de specialitate să fie dotate corespunzător. Dotările și amenajarea laboratorului vor sprijini desfășurarea activităților practice și de laborator și vor facilita înțelegerea aplicativă a teoriei.

Structura fizică a laboratorului. Spațiu de lucru adecvat: Laboratorul va fi amenajat astfel încât să permită un flux de activități eficiente și sigure, având un spațiu generos de lucru pentru fiecare elev sau grup de elevi. Acesta va include mese de lucru rezistente la șocuri și căldură.

Sisteme de ventilare: Laboratorul vor fi dotat cu un sistem adecvat de ventilare și climatizare pentru a asigura condiții optime de temperatură și umiditate, mai ales în cazul echipamentelor care generează căldură sau în timpul proceselor de testare a materialelor.

Accesibilitate și siguranță: Laboratorul vor fi amenajat astfel încât să permită accesul rapid în caz de urgență, iar ieșirile de urgență și echipamentele de siguranță (extinctoare, kituri de prim ajutor) vor fi amplasate vizibil și la îndemână.

Iluminat adecvat: Laboratorul trebuie să beneficieze de iluminat puternic și uniform, astfel încât elevi să poată lucra cu componente mici, fără a întâmpina dificultăți. Luminile trebuie să fie rezistente la variabilele de temperatură și să nu interfereze cu echipamentele sensibile.

Spațiu pentru depozitare. Laboratorul va include rafturi și dulapuri pentru depozitarea în siguranță a materialelor, instrumentelor de măsură și componentelor de laborator.

Mediu de lucru curat și organizat. Laboratorul vor fi dotate cu containere pentru deșeuri și materiale periculoase, pentru a asigura un mediu curat și organizat, facilitând desfășurarea activităților de laborator în siguranță.

Întreținerea echipamentelor: Echipamentele vor fi întreținute regulat pentru a asigura funcționarea optimă. Aceasta include calibrarea periodică a instrumentelor de măsură și verificarea integrității echipamentelor electrice.

Echipamente de protecție personală și pentru urgențe

- **Îmbrăcăminte de laborator**, necesare pentru protejarea elevilor și a personalului didactic în timpul activităților practice și experimentale, asigurând o barieră de protecție împotriva substanțelor sau echipamentelor potențial periculoase;
- **Stingătoare de incendiu**, amplasate strategic în laborator și la îndemâna tuturor, pentru intervenția rapidă în caz de incendii sau situații de risc asociate echipamentelor electrice sau materialelor combustibile;
- **Trusă medicală de prim ajutor**, disponibilă în fiecare laborator, pentru acordarea îngrijirilor de urgență în cazul unor accidente minore (tăieturi, arsuri, lovituri) până la sosirea unui specialist medical.

Standardul de dotare a laboratoarelor/atelierelor

Descrierea narativă a resurselor necesare realizării rezultatelor învățării și a condițiilor specifice de utilizare/întreținere a acestora.
Suprafața totală a laboratorului – 40 m^2
Suprafața pentru un elev – 2,66 m^2
Numărul locurilor de lucru – 10

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea per elev
Echipamente		
1.	Standuri de laborator pentru studierea mașinilor și acționărilor electrice НТЦ	1/3
2.	Calculatoare. Procesor: 2 GHz; Memorie operativă: 2 GB; Unitate de stocare: 200 GB; Afișaj și grafică: size: 19'', resolution: 1280x1024; Network: Ethernet, 100 Mb	1/2
Mobilier și tehnică sanitară		
3.	Bancă (masă cu două locuri) și scaune pentru elevi	1/2
4.	Proiector sau TV	1
5.	Tablă ecologică (magnetică) pentru marcher	1
Instrumente și dispozitive		
6.	Transformatoare monofazate și trifazate	1/3

7.	Motoare asincrone trifazate și monofazate	1/3
8.	Motoare de curent continuu	1/3
9.	Motoare și generatoare sincrone.	1/3
10.	Motoare sincrone cu magneți permanenți	1/3
11.	Tahometre digitale	1/3
12.	Comutatoare trifazate	1/3
13.	Convertoare de frecvență	1/3
14.	Mecanisme de frânare și sarcină	1/3
15.	Wattmetre, ampermetre, voltmetre	1/3
16.	Analizoare de rețea/trifazice	1/3
17.	Baterii de condensatoare	1/3
18.	Multimetre digitale	1/3
19.	Sisteme de achiziție date	1/3
20.	Redresoare și choppere (convertizoare c.a.-c.c.)	1/3
21.	Module de comanda logică programabilă (PLC)	1/3
Inventar și ustensile		
22.	Cabluri de conexiune, indicator de tensiune	20/2
23.	Trusă de instrumente (șurubelnițe, clește plat, banda izolantă)	1/3
24.	Mănuși izolante. Etichete de avertizare. Covoraș electroizolant	1/3

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată sau accesată resursa
1.	Ambros T. S. Mașini electrice: Volumul I: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1992. – 480 p.	Biblioteca CEEE
2.	Ambros T. S. Mașini electrice: Volumul II: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1994. – 344 p.	Biblioteca CEEE
3.	Кацман М. М. Электрические машины: Учеб. для электротехнических средн. спец. Учебных заведений/ техникумов. – М.: Высш. Шк. ,2003. – 469 с.	Biblioteca CEEE

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată sau accesată resursa
4.	Tofan G., Doroș V. Indicații metodice pentru lucrări de laborator la disciplina Mașini electrice. – Ch.: 2011. – 34 p.	Biblioteca CEEE
5.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu., Electrotehnică și mașini electrice. –Ch.: Editura CUANT, 1998 – 403 p	Biblioteca CEEE
6.	V. Dobrea, R. Cociu., Mașini electrice. –Ch.: Editura Pontos, 2014 – 520 p	Biblioteca CEEE
7.	Ambros T. S. Convertoare electrice și electromecanice cosmice: Monografie.- Ch.: Tehnica-INFO, 2008. – 284 p.	Biblioteca CEEE
8.	Ilie Nuca. Acționări electrice. Note de curs. Chișinău, 2011, 90 p.	Internet
9.	Gheorghe Manolea. Acționări electromecanice. Tehnici de analiză teoretică şi experimentală. Editura Universitaria, Craiova, 2003. – 312 p.	Internet
10.	Ioan-Felician Soran. Sisteme de acționare electrica. Editura Matrixrom, București, 2010. – 580 p.	Biblioteca CEEE
11.	Petru Todos., Elementele sistemelor de acționare electrică. Ciclu de prelegeri, Editura U.T.M., Chişinău, 1997. -112 p.	Biblioteca CEEE
12.	Чиликин М.Г. Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов, - 6-е изд., и перераб. — М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с.	Biblioteca CEEE