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

"Aprob"
Directoare I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
_____ Mariana BARLADEAN
"17" septembrie 2025

Curriculum modular la unitatea de curs

S.05.O.019 Transformatoare și mașini asincrone

(Plan de învățământ 97/2024, aprobat prin OMEC 1519/2024 din 28.10.2024)

P.01.O.013 Transformatoare și mașini asincrone

(Plan de învățământ SC-136/24, aprobat prin OMEC 1871/2024 din 23.12.2024)

Programul de studii: 0713.2 Electromecanică

Calificarea: 0713.2.1 Tehnician/tehniciană electromecanic

Chișinău 2025

Aprobat la:

Consiliul metodico-ştiinţific al I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 09 septembrie 2025, șef catedră Svetlana CECAN _____

Coordonat cu:

Instituția Publică Colegiul Politehnic din mun. Bălți

Instituția Publică Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Autori:

Grigore TOFAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef secție didactică Electrotehnică, I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Sergiu ARION, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Mihai VERBIȚCHI, profesor discipline de specialitate, șef Secția didactică electrotehnică grad didactic superior, șef secția didactică, I.P. Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Valentin BEREGA, profesor discipline de specialitate grad didactic întâi, I.P. Colegiul Politehnic din Bălți

Recenzenți:

1. CIOBANU Viorel, Director Tehnic, Compania Electrica S.R.L.
2. CARAPOSTOL Ion, Șef adjunct serviciu în industria prelucrătoare (SAIT)
3. BURDUNIUC Marcel, dr. lector universitar, (UTM)

Adresa Curriculumului în Internet:

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

Cuprins:

I. Preliminarii 4
II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională 5
III. Competențele profesionale și rezultatele învățării 5
IV. Administrarea unității de curs 6
V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare 7
VI. Unitățile de învățare 7
VII. Studiu individual ghidat de profesor 9
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate 10
IX. Sugestii metodologice 11
X. Sugestii de evaluare 12
XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării 15
XII. Resursele didactice recomandate elevilor 17

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone* este elaborat în baza Planului de învățământ aprobat de Ministerul Educației și Cercetării, numărul de înregistrare Nr.SC 97/24 din 28 octombrie 2024, *termenul de studii 4 ani*, și Planul de învățământ SC-136/24, aprobat prin Ordinul MEC 1871 din 23 decembrie 2024 (Dual), *termenul de studii 2 ani* 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 *Transformatoare și mașini asincrone* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare 0713 Energetică și inginerie electrică și face parte din componenta de specialitate/profil a planurilor de învățământ la programul de studii 0713.2 *Electromecanică*.

Scopul unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone* 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 domeniul energetic și aplicații industriale și comerciale. Acest curs vizează formarea competențelor de bază și avansate în domeniul tehnologiilor electrice și al automatizărilor.

Curriculumul modular *Transformatoare și mașini asincrone* are ca obiectiv studierea aprofundată a proceselor electromagnetice care se produc în transformatoarele electrice și în mașinile asincrone pe parcursul funcționării acestora în diferite regimuri de lucru (regim permanent, tranzitoriu, de pornire și de frânare). Modulul urmărește formarea capacității de a înțelege relația dintre structura constructivă, principiul de funcționare și performanțele energetice ale acestor echipamente. În cadrul modulului se analizează soluțiile constructive ale transformatoarelor și mașinilor asincrone, evidențiindu-se componentele principale, materialele utilizate și rolul acestora în funcționarea corectă a echipamentelor. Totodată, se studiază domeniile de utilizare ale acestor mașini electrice în instalații electromecanice industriale, sisteme de acționare electrică și aplicații moderne, inclusiv în echipamente de conversie a energiei și sisteme bazate pe surse regenerabile.

De asemenea, în cadrul unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone* se studiază părțile constructive și caracteristicile de funcționare ale transformatoarelor electrice și ale mașinilor asincrone, cu accent pe procesele de transformare a parametrilor rețelelor electrice în cazul transformatoarelor, precum și pe metodele de pornire, reglare a vitezei și frânare ale motoarelor asincrone. Aceste noțiuni sunt esențiale pentru exploatarea în condiții de siguranță și fiabilitate, precum și pentru optimizarea parametrilor funcționali și energetici ai rețelelor de distribuție a energiei electrice și ai sistemelor de acționare electrică utilizate în aplicații tehnice și industriale.

Pentru demararea procesului instructiv la unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone*, sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele discipline: fizică, matematică, și la următoarele unități de curs: F.01.O.009 Materiale electrotehnice; F.02.O.010 Desen tehnic; F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice; F.04.O.013 Bazele teoretice ale electrotehnicii; F.04.O.015 Aparate electrice; S.07.A.036 Acționări pneumohiudraulice.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul modular la unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone* constituie cadrul normativ fundamental care reglementează condițiile procesului educațional și specifică rezultatele ce trebuie atinse în cadrul modulului, detaliate în termeni de competențe, conținuturi și activități de învățare.

Prin studierea unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone*, se urmărește formarea la elevi a unor valori și atitudini profesionale necesare activităților specifice domeniului electromecanic, precum:

- deschiderea față de implementarea tehnologiilor moderne utilizate în construcția, exploatarea și controlul transformatoarelor și mașinilor asincrone;
- utilizarea rațională și eficientă a resurselor energetice și materiale, în vederea creșterii randamentului și fiabilității sistemelor de acționare electrică;
- adoptarea soluțiilor tehnice inovative pentru integrarea mașinilor electrice în instalații moderne și în sisteme de producere a energiei electrice din surse regenerabile;
- respectarea normelor și standardelor de siguranță în exploatarea, întreținerea și repararea echipamentelor electrice și electromecanice;
- promovarea utilizării eficiente a energiei electrice, contribuind la reducerea pierderilor energetice, la protecția mediului și la dezvoltarea durabilă;
- dezvoltarea spiritului de colaborare și muncă în echipă, necesar pentru rezolvarea problemelor tehnice complexe din domeniul electromecanicii.

Studierea unității de curs *Tehnician/tehniciană electromecanic* 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.021 Acționări electrice; S.07.O.023 Utilaje electric industrial; S.07.O.022 Montarea și exploatarea echipamentului electric; S.08.O.024 Utilaje electrotehnic; S.08.O.025 Montarea și exploatarea utilajului electric industrial; S.07.A.033 Convertoare statice; S.07.A.035 Sisteme de alimentare cu energie electrică.
S.08.O026 Surse regenerabile de energie.

III. Competențe profesionale și rezultate ale învățării

Unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană electromecanic*, 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
RÎ5. Absolventul poate organiza procesele de execuție ale proiectului tehnic pentru montarea echipamentelor și utilajelor electromecanice, stabilind resursele umane, materiale și informaționale necesare.	**CP15.** Gestionarea documentației tehnice și operaționale

RÎ6. Absolventul poate executa lucrări de instalare a echipamentelor și utilajelor electromecanice, respectând normele SSM, protecția mediului și securitatea energetică.	**CP6.** Planificarea lucrărilor de instalare
RÎ7. Absolventul poate executa lucrări de montare, testare și punere în funcțiune a echipamentelor și utilajelor electromecanice, conform documentației tehnice.	**CP7.** Executarea montajului echipamentelor electromecanice **CP8.** Realizarea punerii în funcțiune a echipamentelor electromecanice
RÎ8. Absolventul poate configura utilajele și echipamentele electromecanice și electronice conform cerințelor, întocmind rapoarte privind starea lor tehnică.	**CP9.** Configurarea utilajelor și echipamentelor
RÎ10. Absolventul poate evalua starea tehnică a echipamentelor și utilajelor electromecanice, identificând cauzele și tipul defecțiunilor pentru elaborarea planului de intervenție**.**	**CP9.** Diagnosticarea echipamentelor și utilajelor electromecanice

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 5, 6, 7, 8, 10, din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană electromecanic*, după studierea unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone*, elevul va fi capabil:

- să identifice construcția și principiul de funcționare ale transformatoarelor electrice;
- să utilizeze transformatoarele în condiții de exploatare normală, respectând procedurile de conectare;
- să descrie părțile constructive și principiul de funcționare ale motorului asincron;
- să aplice metodele de pornire și de reglare a vitezei motoarelor asincrone.

IV. Administrarea unității de curs

Învățământ clasic, 4 ani

Semestru	Număr de ore				Forma de evaluare	Număr de credite
	Total ore	Ore de contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/Laborator			
V	90	44	16	30	examen	3

Învățământ Dual, 2 ani

Semestru	Număr de ore				Forma de evaluare	Număr de credite
	Total ore	Ore de contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/Laborator			
I	150	40	80	30	examen	5

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Învățământ clasic, 4 ani

Nr. crt.	Unități de învățare	Număr de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
1.	Transformatoare electrice	44	22	8	14
2.	Mașini asincrone	46	22	8	16
	Total	**90**	**44**	**16**	**30**

Învățământ Dual, 2 ani

Nr. crt.	Unități de învățare	Număr de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
3.	Transformatoare electrice	74	20	40	14
4.	Mașini asincrone	76	20	40	16
	Total	**150**	**40**	**80**	**30**

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
1. Transformatoare electrice		
Unitatea de competență 1. Identificarea construcției și principiului de funcționare ale transformatoarelor electrice	1.1. Caracteristicile generale ale transformatoarelor. Tipurile de transformatoare. 1.2. Parametrii nominali ai transformatoarelor. Semne convenționale. Elementele constructive ale transformatoarelor. 1.3. Principiul de funcționare al transformatorului monofazat. 1.4. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat. 1.5. Caracteristicile externe ale transformatorului. Randamentul transformatorului.	1. Operarea cu noțiuni specifice transformatoarelor electrice 2. Descifrarea standardelor de marcare a transformatoarelor 3. Utilizarea transformatoarelor electrice 4. Identificarea elementelor constructive ale transformatoarelor 5. Demonstrarea principiului de funcționare al transformatorului 6. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat 7. Construirea caracteristicilor externe ale transformatorului 8. Determinarea pierderilor și randamentul transformatorului

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
Unitatea de competență 2. Utilizarea transformatoarelor în condiții de exploatare normală, respectând procedurile de conectare	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.	9. Executarea schemelor de conexiune ale înfășurărilor 10. Determinarea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat 11. Explicarea metodele de reglare a tensiunii la transformatorul trifazat 12. Aplicarea procedurile de reglare a tensiunii transformatorului trifazat 13. Conectarea transformatoarelor în paralel 14. Utilizarea transformatoarelor speciale
2. Mașini asincrone		
Unitatea de competență 3. Descrierea părților constructive și principiul de funcționare ale motorului asincron Unitatea de competență 4.	2.1. Clasificarea și rolul mașinilor asincrone în AE. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinii asincrone. 2.2. Elemente constructive ale mașinii asincrone cu rotorul scurtcircuitat. 2.3 Elemente constructive ale mașinii asincrone cu rotorul bobinat. 2.4. Principiul de funcționare al mașinii asincrone. Regimurile de funcționare ale mașinii asincrone. 2.5 Pierderile și randamentul mașinilor curent alternativ. 2.6 Puterea și cuplul electromagnetic al motorului asincron. 2.7 Încercarea mașinii asincrone în gol și scurtcircuit. 2.8. Metode de pornire ale motorului asincron trifazat.	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. Determinarea pierderilor și randamentul mașinilor de curent alternativ 7. Deducerea relațiilor dintre putere, cuplu electromagnetic și turație în funcționarea motorului asincron 8. Realizarea încercărilor motorului asincron în gol și în scurtcircuit

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
Aplicarea metodelor de pornire și de reglare a vitezei motoarelor asincrone	2.9. Reglarea vitezei motorului asincron. 2.10 Regimurile de frânare ale mașinii asincrone. 2.11. Construcția și principiul de funcționare al motorului monofazat. 2.12. Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate. 2.13. Motoare monofazate cu condensator. 2.14 Mașini asincrone speciale.	9. Executarea schemelor de pornire a motorului asincron trifazat scurtcircuitat 10. Alegerea metodei de reglare a vitezei motorului asincron 11. Identificarea regimurilor de frânare ale mașinii asincrone 12. Asamblarea și dezasamblarea motorului asincron monofazat 13. Conectarea motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată 14. Executarea schemelor electrice ale motorului monofazat cu condensator

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Învățământ clasic, 4 ani / Învățământ Dual, 2 ani

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Transformatorul electric			
1.5. Caracteristicile externe ale transformatorului. Randamentul transformatorului	Calculul randamentului transformatorului	Prezentarea calculului	2 ore
1.6. Sistemul de curenți trifazați. Scheme și grupe de conexiune	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
1.6. Sistemul de curenți trifazați. Scheme și grupe de conexiune.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
1.7. Reglarea tensiunii transformatorului trifazat.	Referat	Prezentare/discuție dirijată	2 ore
1.7. Reglarea tensiunii transformatorului trifazat.	Referat	Prezentare/discuție dirijată	2 ore
1.9. Transformatoare speciale. Autotransformatoare monofazate și de putere	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
1.10. Transformator de sudare. Transformatoare cu trei înfășurări.	Mini-proiect	Prezentarea Mini-proiectului	2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
2. Mașini asincrone			
2.5 Pierderile și randamentul mașinilor curent alternativ.	Lucrare practica	Prezentarea calculului	2 ore
2.8 Metode de pornire ale motorului asincron trifazat.	Scheme electrice de pornire	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
2.9. Reglarea vitezei motorului asincron.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
2.10 Regimurile de frânare ale mașinii asincrone	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
2.2. Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
2.8. Motoare monofazate cu condensator	Scheme electrice	Prezentarea schemelor electrice	2 ore
2.13. Alegerea motoarelor electrice în funcție de caracteristica mecanică a mașinii de lucru	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
2.14 Mașini asincrone speciale.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore

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

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Învățământ clasic, 4 ani / Învățământ Dual, 2 ani

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore	
			Clasic	Dual
1.	Transformatoare electrice	1. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat	2	10
		2. Încercarea în sarcină a transformatorului monofazat	2	10
		3. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului trifazat	2	10
		4. Funcționarea transformatoarelor în paralel	2	10
2.	Mașini asincrone	5. Cercetarea motorului asincron trifazat la încercarea în sarcină	2	10
		6. Pornirea motorului asincron trifazat	2	10
		7. Reglarea vitezei motorului asincron trifazat	2	10
		8. Cercetarea motorului asincron monofazat	2	10
TOTAL			**16**	**80**

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone* 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". Decizia privind 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. Curriculumul disciplinar la unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone* are o structură permeabilă, deschisă pentru a încorpora alte unități de învățare, care să formeze cunoștințe și abilități noi, solicitate pe piața muncii.

Strategii didactice. Strategiile didactice aplicate în curriculumul modular la unitatea de curs *Transformatoare și mașini asincrone* 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;
- executarea 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 transformatoarelor și motoarelor asincrone.

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 elaborarea 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 mostre de transformatoare și motoare asincrone, 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 formativă va fi efectuată 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 formativă a elevilor va fi efectuată 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 *Transformatoare și mașini asincrone*, 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 sale, a 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.

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

- executarea montajelor electrice prin conectarea circuitelor de comandă și de forță, utilizând componente electrice (contactoare, relee, întrerupătoare, siguranțe etc.) în conformitate cu schemele electrice;
- efectuarea calculelor parametrilor electrici caracteristici transformatoarelor și mașinilor asincrone, cum ar fi curentul, tensiunea, puterea activă/reactivă, randamentul sau turația;
- analiza și interpretarea datelor obținute din măsurători sau simulări, în scopul evaluării performanței și al 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 indicației 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 executate 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. *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 unității de curs sub forma unui examen scris, care va reflecta rezultatele învățării acumulate la curs. 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 portofoliul 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 de 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 a laboratorului/atelierului de instruire practică. Amenajarea și dotarea laboratorului de specialitate/atelierului de instruire practică se realizează cu un grad ridicat de responsabilitate, având ca scop asigurarea unui mediu de învățare sigur, funcțional și eficient, comparabil cu cel existent într-o întreprindere industrială. În contextul învățământului dual, aceste cerințe urmăresc alinierea condițiilor de instruire școlară cu cele din mediul de muncă, pentru a facilita integrarea elevilor în activitatea practică din cadrul agenților economici parteneri.

Cerințele de amenajare vizează structura fizică a laboratorului/secției de instruire practică, dotările tehnice necesare pentru lucrările practice și de laborator, respectarea normelor de securitate și sănătate în muncă, precum și sprijinirea procesului de formare a competențelor profesionale specifice unității de curs *Transformatoare și mașini asincrone*. Dotarea corespunzătoare a laboratorului/atelierului permite elevilor să dobândească experiență practică relevantă, aplicabilă direct atât în cadrul activităților școlare, cât și la locul de muncă din întreprindere, asigurând atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea abilităților cerute pe piața muncii.

Structura fizică a laboratorului. Spațiu de lucru adecvat: Laboratorul/atelierul 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/atelierul 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/atelierul 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/atelierul 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 variațiile de temperatură și să nu interfereze cu echipamentele sensibile.

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

Mediu de lucru curat și organizat. Laboratorul/atelierul vor fi dotat 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, necesară 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 pentru atingerea rezultatelor învățării și a condițiilor specifice de utilizare/întreținere a acestora

Suprafața totală a laboratorului – 50 m^2

Suprafața pentru un elev – 5,00 m^2

Numărul locurilor de lucru – 10

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea per elev
Echipamente		
1.	Standuri de laborator pentru studierea transformatoarelor electrice trifazate și monofazate	1/3
2.	Standuri de laborator pentru studierea mașinilor asincrone trifazate și monofazate	1/3
3.	Calculatoare. Procesor: 2 GHz; Memorie operativă: 2 GB; Unitate de stocare: 200 GB; Afișaj și grafică: size: 19'', resolution: 1280x1024; Network: Ethernet, 100 Mb	1/3
Mobilier și tehnică sanitară		
4.	Bancă (masă cu două locuri) și scaune pentru elevi	1/2
5.	Proiector sau TV	1
6.	Tablă ecologică (magnetică) pentru marker	1
Instrumente și dispozitive		
7.	Transformatoare monofazate și trifazate	1/3
8.	Motoare asincrone trifazate și monofazate	1/3
9.	Clește de măsurat curentul	1/3
10.	Tahometre digitale	1/3
11.	Comutatoare trifazate	1/3

12.	Convertoare statice de putere	1/3
13.	Mecanisme de frânare și sarcină	1/3
14.	Wattmetre, ampermetre, voltmetre	1/3
15.	Analizoare de rețea trifazice	1/3
16.	Baterii de condensatoare	1/3
17.	Multimetre digitale	1/3
18.	Sisteme de achiziție date	1/3
19.	Module de comanda logică programabilă (PLC)	1/3
20.	Șurubelnițe izolate (drepte și în cruce);	1/3
21.	Clești universali, clești de tăiat și clești de dezizolat conductoare;	1/3
22.	Chei fixe, inelare și tubulare;	1/3
23.	Clești de sertizat papuci și terminale;	1/3
24.	Chei dinamometrice pentru strângeri controlate;	1/3
25.	Aparat de sertizare hidraulic (după caz);	1/3
26.	Mașini de găurit și înșurubat;	1/3
27.	Dispozitive pentru fixarea și poziționarea echipamentelor.	1/3
Inventar și ustensile		
28.	Cabluri de conexiune, indicator de tensiune	40/2
29.	Trusă de instrumente (șurubelnițe, clește plat, banda izolantă)	1/3
30.	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. Transformatoare și mașini asincrone. Volumul I:. Ch., 2016. Editura Tehnica-UTM,. – 528 p.	Biblioteca CEEE
2.	Tofan G., Doroș V. Indicații metodice pentru lucrări de laborator la disciplina Mașini electrice. Ch.: 2011. – 34 p.	Biblioteca CEEE
3.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu. Electrotehnică și mașini electrice. Ch.: Editura Cuant, 1998. – 403 p	Biblioteca CEEE
4.	V. Dobrea, R. Cociu. Mașini electrice. Ch.: Editura Pontos, 2014. – 520 p.	Biblioteca CEEE
5.	Ambros T. S. Convertoare electrice și electromecanice cosmice: Monografie. Ch.: Tehnica-INFO, 2008. – 284 p.	Biblioteca CEEE
6.	Ioan-Felician Soran. Sisteme de acționare electrică. Editura Matrixrom, București, 2010. – 580 p.	Biblioteca CEEE