



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

Mariana BARLADEAN

"17" septembrie 2025

Curriculum modular la unitatea de curs

S.06.O.020 Mașini sincrone și de curent continuu

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

P.02.O.017 Mașini sincrone și de curent continuu

(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 metodic-științific 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	10
VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate	12
IX. Sugestii metodologice	12
X. Sugestii de evaluare	14
XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării	16
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	19

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu* 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 *Mașini sincrone și curent continuu* 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 *Mașini sincrone și curent continuu* 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 sincrone și de curent continuu 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 sincrone și curent continuu* are ca obiectiv studierea aprofundată a proceselor electromagnetice care se produc în mașinile sincrone și de curent continuu pe parcursul funcționării acestora în diferite regimuri de lucru (regim permanent, tranzitoriu, de pornire și de frânare). Unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu* urmărește formarea capacității de a înțelege relația dintre structura constructivă, principiul de funcționare și performanțele energetice ale acestor mașini.

În cadrul unității de curs se analizează soluțiile constructive ale mașinilor sincrone și curent continuu, evidențiindu-se componentele principale, materialele utilizate și rolul acestora în funcționarea corectă a utilajelor electrice. Totodată, se studiază domeniile de utilizare ale acestor mașini electrice ca parate componentă a utilajelor electromecanice industriale și sisteme de acționare electrică.

De asemenea, în cadrul curriculumului se studiază caracteristicile de funcționare ale mașinilor sincrone și ale mașinilor de curent continuu, analizându-se în mod sistematic procesele de pornire, metodele de frânare și posibilitățile de reglare a vitezei.

Accentul este pus pe corelarea acestor procese cu parametrii funcționali, regimurile de lucru și cerințele tehnologice ale acționărilor electrice, noțiuni fundamentale pentru exploatarea eficientă, sigură și fiabilă, precum și pentru optimizarea performanțelor energetice și funcționale ale sistemelor de acționare electrică utilizate în aplicații tehnice și industriale.

Pentru demararea procesului instructiv la unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu*, 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.012 Teoria circuitelor electrice; F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice; F.04.O.013 Bazele teoretice ale electrotehnicii; F.04.O.015 Aparat electrice; S.05.L.043 Organe de mașini.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul modular la unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu* 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 *Mașini sincrone și de curent continuu*, se urmărește formarea și dezvoltarea la elevi a unor valori și atitudini profesionale necesare activităților specifice domeniului electromecanic, în concordanță cu cerințele curriculumului modular și cu practicile actuale din mediul tehnic și industrial, precum:

- utilizarea și implementarea tehnologiilor moderne aplicate în construcția, exploatarea, reglarea și controlul mașinilor sincrone și de curent continuu;
- utilizarea rațională și eficientă a resurselor energetice și materiale, în scopul creșterii randamentului, fiabilității și duratei de viață a sistemelor de acționare electrică;
- adoptarea soluțiilor tehnice inovative pentru integrarea mașinilor sincrone și de curent continuu în instalații electrice moderne și în sisteme de producere energiei electrice, inclusiv în sisteme automatizate de acționare electrică;
- respectarea normelor, standardelor și reglementărilor de securitate și sănătate în muncă, aplicabile în exploatarea, întreținerea și repararea echipamentelor electrice și electromecanice;
- promovarea utilizării eficiente a energiei electrice, prin reducerea pierderilor energetice și limitarea impactului asupra mediului, în concordanță cu principiile dezvoltării durabile;
- dezvoltarea spiritului de colaborare, comunicare și muncă în echipă, necesar pentru analizarea și soluționarea problemelor tehnice complexe specifice domeniului electromecanic.

Studierea unității de curs *Tehnician/tehniciană electromecanic* are un rol important în formarea competențelor profesionale ale viitorului tehnician/tehniciană, 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.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.

III. Competențe profesionale și rezultate ale învățării

Unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu* 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	CP6. Planificarea lucrărilor de instalare

electromecanice, respectând normele SSM, protecția mediului și securitatea energetică.	
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.	CP11. 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 *Mașini sincrone și curent continuu*, elevul va fi capabil:

- să identifice construcția și principiul de funcționare ale mașinilor și generatoarelor sincrone;
- să utilizeze procedeele de pornire și de reglare a turației mașinilor și micromașinilor sincrone;
- să descrie părțile constructive și principiul de funcționare ale mașinilor de curent continuu;
- să aplice procedeele de pornire, frânare și reglare a turației mașinilor și micromașinilor de curent continuu;
- să utilizeze elementele de bază ale proiectării motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit.

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			
VI	120	24	26*/10	60	examen	4

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			
VI	120	30	60	30	examen	4

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.	Mașini sincrone	46	12	4	30
2.	Mașini de curent continuu	48	12	6	30
3.	Dimensionarea motorului asincron trifazat	26	-	26*	-
Total		120	24	36	60

Învățământ Dual, 2 ani

Nr. crt.	Unități de învățare	Număr de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/Laborator	
4.	Mașini sincrone	44	15	14	15
5.	Mașini de curent continuu	50	15	20	15
6.	Dimensionarea motorului asincron trifazat	26	-	26*	-
Total		120	30	60	30

Notă: 26* ore pentru lecțiile practice la unitatea de curs Mașini sincrone și de curent continuu, sunt prevăzute pentru elaborarea lucrării de curs.

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
1. Mașini sincrone		
Unitatea de competență 1. Identificarea construcției și principiului de funcționare ale mașinilor și generatoarelor sincrone.	1.1. Clasificarea motoarelor și generatoarelor sincrone. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone. 1.2 Elemente constructive ale motoarelor și generatoarelor sincrone. 1.3 Principiul de funcționare al mașinii sincrone. 1.4 Transformarea electromecanică a energiei în generatorul sincron. Caracteristicile generatorului sincron la funcționarea în regim autonom.	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. Descrierea procesului de transformare electromecanică a energiei în generatorul sincron 6. Interpretarea comportării generatorului sincron în regim

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
	1.5 Reglarea puterii generatorului sincron. 1.6 Puterea electromagnetică și cuplul electromagnetic în generatorul sincron. 1.7 Motoare sincrone. Metode de conectarea a mașinilor sincrone la rețea. Autosincronizarea mașinii sincrone. 1.8 Compensatoare sincrone	autonom, în funcție de condițiile de sarcină 7. Aplicarea metodelor de reglare a puterii generatorului sincron 8. Determinarea puterii și cuplului electromagnetic ale generatorului sincron pe baza parametrilor de funcționare 9. Identificarea condițiilor și metodele de conectare a mașinilor sincrone la rețea 10. Utilizarea compensatoarelor sincrone pentru îmbunătățirea regimului de funcționare al rețelelor electrice
Unitatea de competență 2. Utilizarea procedeelor de pornire și de reglare a turației mașinilor și micromașinilor sincrone	1.9 Pornirea și reglarea vitezei motorului sincron 1.10 Generatoare sincrone de mică putere. Tahogeneratoare sincrone. 1.11 Mașini sincrone cu magneți permanenți. 1.12 Motorul sincron pas cu pas.	11. Aplicarea metodelor de pornire și de reglare a vitezei motorului sincron 12. Descrierea principiului de funcționare și domeniile de utilizare ale generatoarelor sincrone de mică putere 13. Identificarea caracteristicilor constructive și funcționale ale mașinilor sincrone cu magneți permanenți 14. Realizarea conectării și punerea în funcțiune a motorului sincron pas cu pas.
2. Mașini de curent continuu		
Unitatea de competență 3. Descrierea părțile constructive și principiul de funcționare ale mașinilor de curent continuu	2.1 Domeniul de aplicare și destinația mașinilor de curent continuu. Parametrii și semne convenționale ale motorului de curent continuu. 2.2 Elemente constructive ale mașinii de curent continuu. 2.3 Funcționarea motorului de curent continuu în regim de motor și generator.	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

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
	2.4 Motoare de curent continuu. Caracteristicile motoarelor de curent continuu. 2.5 Generatoare de curent continuu. Caracteristicile generatoarelor de curent continuu. 2.6 Pierderile și randamentul în mașinile de curent continuu. Caracteristicile de funcționare.	curent continuu 5. Executarea schemelor electrice ale motoarelor de curent continuu 6. Construirea caracteristicilor motoarelor de curent continuu 7. Executarea schemelor electrice ale generatoarelor de curent continuu 8. Construirea caracteristicilor generatoarelor de curent continuu
Unitatea de competență 4. Aplicarea procedeelor de pornire, frânare și reglare a turației mașinilor și micromașinilor de curent continuu	2.7 Pornirea motorului de curent continuu. 2.8 Reglarea vitezei motorului de curent continuu. 2.9 Funcționarea motorului de curent continuu în regim de frână. 2.10 Micromașini de curent continuu.	9. Executarea schemelor de pornirea motorului de curent continuu 10. Alegerea metodei de reglare a vitezei motorului de curent continuu 11. Aplicarea metodelor de frânare ale motorului de curent continuu 11. Realizarea conectării și punerea în funcțiune a micromașinilor
3. Dimensionarea motorului asincron trifazat		
Unitatea de competență 5. Utilizarea elementelor de bază ale proiectării motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit	3.1. Datele inițiale necesare dimensionării. Parametrii tehnici a motoarelor asincrone. 3.2 Execuțiile de bază a mașinilor electrice: după modul de montare; după execuția climaterică; după modul de protecție. 3.3 Alegerea dimensiunilor de bază. 3.4. Determinarea parametrilor înfășurării statorice. 3.5 Calculul dimensiunilor zonei de creștături a statorului.	1. Descrierea tipurilor de execuții ale mașinii asincrone cu rotorul scurtcircuitat 2. Utilizarea softului de calcul MatCAD 3. Selecționarea dimensiunilor de bază ale motorului electric 1. Identifice dimensiunile de bază ale motorului asincron trifazat 2. Determinarea dimensiunilor de bază în funcție de puterea motorului 3. Calcularea parametrilor principali ai înfășurării statorice

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
	3.6 Schemele înfășurărilor statorice. 3.7 Calculul rotorului. 3.8 Calculul curentului de magnetizare. 3.9 Calculul parametrilor regimului de funcționare. 3.10 Calculul pierderilor. 3.11 Calculul caracteristicilor de funcționare.	4. Corelează parametrii înfășurării statorice cu performanțele motorului 7. Corelează parametrii înfășurării statorice cu performanțele motorului 8. Alegerea schemei corespunzătoare a înfășurării statorice 9. Determinarea parametrilor principali ai rotorului 11. Determinarea curentului de magnetizare al motorului asincron trifazat 12. Calcularea parametrilor regimului de funcționare 13. Identifica și calcularea principalele pierderi ale motorului asincron trifazat 14. Determinarea caracteristicilor de funcționare ale motorului asincron trifazat 15. Elaborarea construcției ansamblurilor și subansamblurilor ale mașinii electrice

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Învățământ clasic, 4 ani / Învățământ Dual, 2 ani

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
1. Mașini sincrone			
1.1 Clasificarea motoarelor și generatoarelor sincrone. Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone.	Referat	Prezentarea referatului	4 ore
1.4 Transformarea electromecanică a energiei în generatorul sincron. Caracteristicile generatorului sincron la funcționarea în regim autonom.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	4 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
1.5 Reglarea puterii generatorului sincron.	Referat	Prezentarea referatului	4 ore
1.6 Puterea electromagnetică și cuplul electromagnetic în generatorul sincron.	Mini-proiect cu schemă și descriere funcțională	Prezentarea Mini-proiectului	4 ore
1.9 Pornirea și reglarea vitezei motorului sincron	Scheme electrice	Prezentarea scheme electrice	4 ore
4.6 Generatoare sincrone de mică putere. Tahogeneratoare sincrone.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	4 ore
4.6 Tahogeneratoare sincrone.	Referat	Prezentarea referatului	4 ore
4.7 Mașini sincrone cu magneți permanenți.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	4 ore
2. Mașini de curent continuu			
2.4 Motoare de curent continuu. Caracteristicile motoarelor de curent continuu.	Referat	Prezentarea referatului	4 ore
2.5 Generatoare de curent continuu. Caracteristicile generatoarelor de curent continuu.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	4 ore
2.6 Pierderile și randamentul în mașinile de curent continuu. Caracteristicile de funcționare.	Rezolvare de probleme	Prezentarea calculului	4 ore
2.7 Pornirea motorului de curent continuu.	Scheme electrice de pornire	Prezentarea schemelor electrice	4 ore
2.8 Reglarea vitezei motorului de curent continuu.	Scheme electrice de reglare	Prezentarea schemelor electrice	4 ore
2.9 Funcționarea motorului de curent continuu în regim de frână.	Referat	Prezentarea referatului	4 ore
2.10 Micromașini de curent continuu. Motoare universale.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	4 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.	Mașini sincrone	1. Determinarea caracteristicii externe a generatorului sincron	2	6
		2. Studiul funcționării micromotorului sincron cu magneți permanenți	2	6
2.	Mașini de curent continuu	3. Cercetarea motorului de curent continuu cu excitație derivație.	2	8
		4. Cercetarea generatorului de curent continuu cu excitație derivație.	2	8
		5. Cercetarea motorului de curent continuu cu excitație independentă.	2	6
Total ore			10	34

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile unității de curs *Mașini sincrone și curent continuu* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor, precum și 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 și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi. Curriculumul disciplinar la unitatea de curs *Mașini sincrone și curent continuu* 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 *Mașini sincrone și curent continuu* 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 măsurărilor 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 mașinilor sincrone și motoarelor de curent continuu.

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/maistrul, 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 antiincendiară.

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 mașini sincrone și de curent continuu, 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 și elevului să cunoască nivelul deprinderilor și cunoștințelor dobândite, să identifice lacunele și 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 și 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 *Mașini sincrone și curent continuu*, 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:

- *mini proiectul*, 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 acurateții 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/practice 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 duală, 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 *Mașini sincrone și curent continuu* 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 mașinilor sincrone și mașinilor de curent continuu, cum ar fi curentul, tensiunea, puterea, 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/practice;

- 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.

Criterii 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. *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 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 *Mașini sincrone și curent continuu*. 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 m²

Suprafața pentru un elev – 5,00 m²

Numărul locurilor de lucru – 10

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea per elev
Echipamente		
1.	Standuri de laborator pentru studierea motoarelor și generatoarelor sincrone	1/3
2.	Standuri de laborator pentru studierea motoarelor și generatoarelor de curent continuu	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.	Motoare și generatoare de curent continuu	1/3
8.	Micromașini de curent continuu	1/3
9.	Motoare și generatoare sincrone	1/3
10.	Motoare cu magneți permanenți și pas cu pas	1/3
11.	Clește de măsurat curentul	1/3
12.	Tahometre digitale	1/3
13.	Mecanisme de frânare și sarcină	1/3
14.	Wattmetre, ampermetre, voltmetre	1/3
15.	Megohmmetru (pentru verificarea izolației)	1/3
16.	Baterii de condensatoare	1/3
17.	Multimetre digitale	1/3
18.	Reostate de pornire și reglaj	1/3
19.	Rezistențe de sarcină	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. Mașini sincrone și de curent continuu. Procese tranzitorii. Volumul II: Ch., 2017. Editura Tehnica-UTM,. – 386 p.	Biblioteca CEEE
2.	Кацман М. М. Электрические машины: Учеб. для электротехнических средн. спец. учебных заведений/ техникумов. М.: Высш. шк., 2003. – 469 с.	Biblioteca CEEE
3.	Tofan G., Doroș V. Indicații metodice pentru lucrări de laborator la disciplina Mașini electrice. Ch.: 2011. – 34 p.	Biblioteca CEEE
4.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu. Electrotehnică și mașini electrice. Ch.: Editura Cuant, 1998. – 403 p	Biblioteca CEEE
5.	V. Dobrea, R. Cociu. Mașini electrice. Ch.: Editura Pontos, 2014. – 520 p.	Biblioteca CEEE
6.	Proiectarea mașinilor electrice. Traducerea din rusă de dr. hab. prof. univ. Tudor Ambros. Universitatea Tehnică a Moldovei., Chișinău, 2017. – 211 p	Biblioteca CEEE
7.	https://ro.scribd.com/document/44289715/curs-masini-electrice	Internet
8.	Softuri CAD pentru partea constructivă. AutoCAD.	Sală de calculatoare