



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

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,

Mariana BARLADEAN

"18" septembrie 2023

Curriculumul modular
S.05.O.019 Transformatoare și mașini asincrone

Specialitatea: **71320 - Electromecanică**

Calificarea: **311303 - Electromecanic**

Chișinău 2023

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



Autori:

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

Sergiu ARION, cadru didactic, Colegiul Tehnologic din Chișinău

Mihai VERBIȚCHI, cadru didactic, Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Valentin BEREGA, cadru didactic, Colegiul Politehnic din Bălți

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire


Virgil BANTAȘ

" 18 " septembrie 2023

Recenzenți:

1. Ciobanu Viorel, Director Tehnic, Compania Electrica S.R.L
2. Ion CARAPOSTOL, Șef adjunct serviciu în Industria Prelucrătoare. S.A. „Termoelectrica”

Adresa Curriculumului în Internet:

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

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice modulului</i>	<i>5</i>
<i>IV. Administrarea modulului</i>	<i>5</i>
<i>V. Unitățile de învățare</i>	<i>6</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>8</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>8</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>9</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>9</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>11</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>12</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Transformatoare și mașini asincrone** este parte a programului de formare profesională la componenta de specialitate în conformitate cu Planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației și Cercetării, număr de înregistrare Nr.SC-35/22 din 27 iulie 2022, specialitatea **71320 Electromecanică**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea Electromecanic.

Unitatea de curs **Transformatoare și mașini asincrone**, va contribui la dezvoltarea competențelor profesionale a tehnicianului în domeniul transformării electromecanice a energiei. Obiectul este mașina electrică, ca element de bază al echipamentului electric și al acționărilor electrice.

Curriculumul modular prevede studiul proceselor electromagnetice ce se produc în mașinile electrice la funcționarea lor în diferite regimuri de funcționare, variante constructive de mașini și transformatoare electrice, proprietățile de reglare a vitezei, pornirea și frânarea mașinilor electrice.

Obiectivul general constă în pregătirea specialistului calificat capabil să asigure organizarea exploatării mașinilor electrice la întreprinderile de profil, efectuarea încercărilor de verificare, reparare și ajustare a dispozitivelor electromecanice.

Pentru a dezvolta competențele specifice unității de curs este necesar ca elevul să posede cunoștințe și abilități în cadrul următoarelor unități de curs:

- Materiale electrotehnice;
- Desen tehnic I;
- Teoria circuitelor electrice;
- Bazele teoretice ale electrotehncii;
- Măsurări electrice și electronice;
- Aparate electrice;
- Mecanica aplicată.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Creșterea economică a unei țări, reprezintă capacitatea unei economii de a genera și a menține o creștere a produsului său global. Industrializarea a devenit aproape sinonimă cu creșterea economică, pornindu-se de la ideea că o industrie performantă asigură mijloacele necesare modernizării unei economii și atingerii unui nivel cat mai înalt de dezvoltare. Utilajul electric din cadrul secțiilor de producere de la întreprinderi este acționat de mașinile electrice, care la rândul lor trebuie să asigure un proces de lucru calitativ și eficient. Viitorul Electromecanic va participa la modernizarea echipamentului

electric de la înreprinderi, efectuarea încercărilor de verificare, montare și ajustare a dispozitivelor electromecanice, controlul și diagnosticare sistemelor de acționare electrică.

Studierea unității de curs **Transformatoare și mașini asincrone** va facilita tranziția de la procesul de studii în câmpul muncii a tehnicianului în domeniul electromecanic. Cunoștințele și abilitățile obținute asigură șanse pentru angajare în câmpul muncii. Competențele profesionale specifice unității de curs se corelează instantaneu cu competențele transversale, asigură eficiența și responsabilizarea față de atribuțiile exercitate.

Competențele formate și dezvoltate în cadrul modului vor fi necesare pentru studierea unităților de curs: Acționări electrice, Utilaj electric industrial, Montarea și exploatarea echipamentelor electrice, Montarea și exploatarea utilajului electric, Sisteme de alimentare cu energiei electrice, Surse regenerabile de energie.

III. Competențele profesionale specifice modului

Competențele profesionale evidențiază capacitatea de a integra cunoștințele teoretice cu deprinderile practice în realizarea activității profesionale. Astfel modulul **Mașini electrice I** formează următoarele competențe profesionale specifice:

- CS1. Asamblarea și dezasamblarea transformatoarelor și mașinilor electrice
- CS2. Utilizarea mașinilor și transformatoarelor electrice în acționările electrice
- CS3. Pornirea mașinilor electrice asincrone
- CS4. Reglarea vitezei mașinilor electrice asincrone
- CS5. Exploatarea transformatoarelor electrice
- CS6. Exploatarea mașinilor asincrone

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct				
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
V	90	44	16	30	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Transformatorul electric		
<i>UC1.</i> Identificarea părților constructive ale transformatoarelor electrice.	<ul style="list-style-type: none"> - Caracteristici generale ale transformatoarelor. - Tipuri de transformatoare. - Parametrii nominali și semne convenționale ale transformatoarelor. - Elemente constructive ale transformatoarelor. 	<p><i>A1.</i> Operarea cu noțiunile specifice transformatoarelor electrice</p> <p><i>A2.</i> Discifrarea standardelor de marcare a transformatoarelor</p> <p><i>A3.</i> Utilizarea transformatoarelor electrice</p> <p><i>A4.</i> Identificarea elementelor constructive ale transformatoarelor</p>
<i>UC2.</i> Exploatarea transformatoarelor monofazate	<ul style="list-style-type: none"> - Principiul de funcționare a transformatorului monofazat. - Relațiile principale pentru analiza principiului de funcționare. - Funcționarea transformatorului monofazat. - Încercarea transformatorului monofazat. - Caracteristicile externe ale transformatorului. - Randamentul transformatorului. 	<p><i>A5.</i> Determinarea raportului de transformare</p> <p><i>A6.</i> Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat</p> <p><i>A7.</i> Determinarea curentului de mers în gol</p> <p><i>A8.</i> Determinarea tensiunii de scurtcircuit</p> <p><i>A9.</i> Conectarea transformatorului la funcționarea în sarcină</p> <p><i>A10.</i> Construirea caracteristicilor externe ale transformatorului</p> <p><i>A11.</i> Determinarea pierderilor și randamentul transformatorului</p>
<i>UC3.</i> Exploatarea transformatoarelor de putere	<ul style="list-style-type: none"> - Construcția miezului magnetic. - Scheme de conexiune ale transformatorului trifazat. - Grupele de conexiune ale transformatorului trifazat. - Reglarea tensiunii transformatorului trifazat. - Funcționarea transformatoarelor în paralel. 	<p><i>A12.</i> Selectarea sistemelor magnetice trifazate.</p> <p><i>A13.</i> Executarea schemelor de conexiune ale înfășurărilor.</p> <p><i>A14.</i> Alegerea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat.</p> <p><i>A15.</i> Executarea reglării tensiunii transformatorului.</p> <p><i>A16.</i> Conectarea transformatoarelor în paralel.</p>
<i>UC4.</i> Utilizarea transformatoarelor speciale	<ul style="list-style-type: none"> - Autotransformatoare. - Transformator de sudare. - Transformatoare cu trei înfășurări. - Radiotransformatoare. 	<p><i>A17.</i> Utilizarea autotransatoarelor.</p> <p><i>A18.</i> Conectarea autotransatoarelor.</p> <p><i>A19.</i> Asamblarea diverselor tipuri de transformatoare speciale.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
2. Mașini asincrone		
UC5. Identificarea părților constructive ale mașinii asincrone.	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificarea și rolul mașinii asincrone în acționările electrice. - Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinii asincrone. - Elemente constructive ale mașinii asincrone cu rotorul scurtcircuitat. - Elemente constructive ale mașinii asincrone cu rotorul bobinat. - Pierderile în mașinile de curent alternativ. - Randamentul motorului de curent alternativ. 	<p>A20. Discifrarea standardelor de marcare a motoarelor asincrone</p> <p>A21. Asamblarea și dezamblarea părților constructive ale motorului asincron scurtcircuitat</p> <p>A22. Asamblarea și dezamblarea părților constructive ale motorului asincron bobinat</p> <p>A23. Determinarea pierderilor masilor de curent alternativ.</p> <p>A24. Calculul randamentului motorului de curent alternativ.</p>
UC6. Exploatarea mașinilor asincrone trifazate	<ul style="list-style-type: none"> - Principiul de funcționare a mașinii asincrone. - Regimurile de funcționare al mașinii asincrone. - Incercarea mașinii asincrone. - Caracteristicile mașinii asincrone. - Pornirea motorului asincron trifazat. - Reglarea vitezei motorului asincron. - Regimurile de frânare ale mașinii asincrone. 	<p>A25. Încercarea în gol și scurtcircuit al motorului asincron</p> <p>A26. Construirea caracteristicilor mașinii asincrone</p> <p>A27. Pornirea motorului asincron trifazat scurtcircuitat</p> <p>A28. Pornirea motorului asincron cu rotorul bobinat</p> <p>A29. Raglarea vitezei motorului asincron</p> <p>A30. Frânarea mașinilor asincrone</p>
UC7. Utilizarea motoarelor asincrone monofazate	<ul style="list-style-type: none"> - Construcția motorului asincron monofazat. - Principiul de funcționare al motorului monofazat. - Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate. - Motoare monofazate cu condensator. 	<p>A31. Asamblarea și dezamblarea elementelor constructive ale motorului asincron monofazat</p> <p>A32. Conectarea motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată</p> <p>A33. Utilizarea motorului monofazat cu condensator</p>
UC8. Utilizarea micromașinilor asincrone	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificarea și rolul servomotoarelor asincrone. - Scheme de pornire a servomotoarelor. - Mașini asincrone axiale. 	<p>A34. Aplicarea micromașinilor asincrone.</p> <p>A35. Conectarea servomotoarelor asincrone.</p> <p>A36. Utilizarea mașinilor axiale.</p>

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Transformatorul electric	44	22	8	14
2.	Motorul asincron	46	22	8	16
	Total	90	44	16	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Transformatorul electric			
1.2 Transformatoare monofazat	Calculul transformatorului de mică putere	Prezentarea calculului	Săptămăna 4
1.4 Transformatoare trifazate	Calculul transformatorului de putere	Prezentarea calculului	Săptămăna 6
2. Motorul asincron			
2.3 Motoare asincrone monofazate	Scheme de pornire	Prezentarea schemelor	Săptămăna 8
2.4 Micromașini asincrone	Scheme de comandă	Prezentarea schemelor	Săptămăna 10

VIII. Lucrările de laborator recomandate

1. Încercarea transformatorului monofazat în gol și scurtcircuit
2. Încercarea transformatorului monofazat în sarcină
3. Încercarea transformatorului trifazat în gol și scurtcircuit
4. Determinarea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat
5. Pornirea motorului asincron trifazat
6. Cercetarea motorului asincron la funcționarea în sarcină
7. Cercetarea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat
8. Utilizarea motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată

IX. Sugestii metodologice

Abordarea instruirii centrate pe elev prevede proiectarea și organizarea procesului educațional în contextul instruirii centrate pe formare de competențe profesionale necesare pentru angajarea în câmpul muncii. Pornind de la această premisă, procesul de învățare în cadrul unității de curs **Transformatoare și mașini asincrone** trebuie să se axeze nu doar pe formarea de competențe, dar și pe capacitatea persoanei de a soluționa probleme la locul de muncă, îmbunătăți procedee de lucru, colaborarea eficientă cu colegii. În vederea realizării acestui obiectiv, este importantă îmbinarea eficientă a metodelor cu mijloacele de formare. De aici decurge importanța alegerii corecte a metodologiei corespunzătoare fiecărei unități de conținut.

Prezentul curriculum, recomandă aplicarea, preponderent a metodelor activ-participative în procesul de predare-învățare-evaluare pe unități de învățare: după cum urmează:

Transformatorul electric: observația, tehnicile video, demonstrarea, exersarea, independent, instructajul, simularea, diagrama K-W-L.

Mașini asincrone: problematizarea, demonstrarea, observația, autoevaluarea, experimentul, diagrama T, tehnica TGT.

Mașini de curent continuu: exersarea structurată, simularea, demonstrarea, metoda mozaicului, studiu de caz, metoda creditelor transferabile.

Învățarea centrată pe elev este o abordare extinsă, ce presupune înlocuirea prelegerilor cu învățarea activă, integrarea unor programe de învățare după un ritm propriu și a unor situații de cooperare în grup, care în ultimă instanță îi conferă elevului responsabilitatea pentru propriile progrese în educație. Profesorul poate deveni de exemplu: instructor, ghid, mentor, consultant, transmițător de cunoștințe, formator, supraveghetor. Alternarea metodelor de învățământ, diversificarea procedeelelor didactice pe care acestea le includ constituie o expresie a creativității cadrului didactic. În procesul de predare, cadrul didactic va avea mai mult rol de facilitator și va asigura o învățare autentică, contextuală, care va asigura dobândirea competențelor profesionale, punându-se accent atât pe înțelegerea și aplicarea cunoștințelor cât și pe manifestarea comportamentului profesional adecvat în situații concrete. Această abordare de formare se concentrează pe pregătirea tehnicienilor pentru următoarea etapă a vieții lor, fie că e vorba de continuarea studiilor, fie de angajare în câmpul muncii.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea competențelor profesionale specifice unității de curs **Transformatoare și mașini asincrone** se va realiza prin evaluări formative, sumative și finale. Evaluarea reprezintă o activitate complexă a procesului didactic, care permite evidențierea achizițiilor de cunoștințe și abilități dobândite de formabili prin aplicarea unor probe orale, scrise sau practice.

Evaluare formativă are drept obiectiv general de a susține învățarea prin acordarea unui feedback prompt elevilor cu privire la stadiul atingerii rezultatelor planificate ale învățării și este însoțită de îndrumarea corespunzătoare, individualizată, a acestora. Evaluarea formativă se va realiza inclusiv prin testarea cunoștințelor înaintea activităților aplicative (laborator, proiect, practică); teste pe parcurs; susținerea orală a referatelor, miniproiectelor, estimarea studiului independent și/sau a rapoartelor a pentru lucrărilor de laborator/practice efectuate în baza rezultatelor obținute în procesul de realizare a următoarelor produse:

- Încercarea transformatorului monofazat în gol și scurtcircuit;
- Încercarea transformatorului monofazat în sarcină;
- Încercarea transformatorului trifazat în gol și scurtcircuit;
- Determinarea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat;
- Scheme de pornire a motoarelor asincrone trifazate;
- Scheme de reglare a vitezei motoarelor asincrone trifazate;
- Scheme de conexiune a motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței vor include:

- Relevanță.
- Veridicitate.
- Corespunderea cerințelor tehnice.
- Corespunderea standardelor și normativelor în vigoare.
- Corectitudinea calculelor.
- Ținuta grafică.
- Respectarea termenilor de executare.
- Productivitatea.

Evaluarea sumativă. Evaluarea sumativă se realizează la finalul unui ansamblu de activități de învățare corespunzătoare dobândirii rezultatelor învățării la o unitate de învățare. Este asociată modului tradițional de verificare a pregătirii elevilor, evidențiază achizițiile și sancționează lipsa acestora sau erorile constatate. De calitatea evaluărilor sumative este legată implementarea cu succes a Sistemul European de Credite Transferabile pentru Formarea Profesională ECVET, care are la bază recunoșterea, validarea și transferul rezultatelor învățării evidențiate a fi dobândite prin astfel de evaluări.

Evaluarea finală se realizează la încheierea unei perioade compacte de studii, respectiv la încheierea perioadei de studiu al unității de învățământ (de regulă, semestrul). Evaluarea finală se realizează prin examenele programate în sesiunile de examene, precum și prin investigații și analize complexe privind rezultatele finale ale procesului de învățământ. În conformitate cu Planul de învățământ aprobat pentru specialitatea 71320 Electromecanică, unitatea de curs **Transformatoare și mașini asincrone** acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului oral/scris.

Examenul oral este prevăzut, pe bază de bilete de examen individuale, tratate prin expunerea liberă a elevului, prin chestionarea orală sau/și prin conversație de evaluare. Elaborarea subiectelor la probele orale se va face astfel încât să se asigure același grad de dificultate pentru toți elevii, iar redactarea lor va fi clară, în scopul evitării confuziilor.

Criterii de stabilire a subiectelor la forma orală de verificare finală:

- Subiectele și corectitudinea lor la examenul oral se stabilesc în exclusivitate de titularul de unitatea de curs;
- Subiectele la evaluarea finală se elaborează în conformitate cu tematica de examen a unității de curs și care este comunicată în prealabil elevilor.
- Subiectele trebuie formulate astfel încât:
 - să asigure verificarea nu numai a volumului de cunoștințe acumulate ci și a capacității de a aplica aceste cunoștințe, de a sesiza conexiunea lor;
 - să facă posibilă aprecierea obiectivă a pregătirii elevilor, a capacității lor de gândire și a aptitudinilor pentru unitatea de curs pentru care se face examinarea.

Examinul în scris - se va elabora test în baza matricii de specificare. Matricea de specificații indică ceea ce urmează a fi testat - competențele de evaluat prin raportare la conținuturile învățării. Pe liniile matricii sunt precizate conținuturile abordate, iar coloanele conțin nivelurile cognitive corespunzătoare competențelor de evaluat (de exemplu: achiziția informației, înțelegere, aplicare, analiză).

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor specifice unității de curs **Transformatoare și mașini asincrone** trebuie asigurat un mediu de învățare autentic, relevant și centrat pe elev. Sala de curs va fi dotată cu mobilier școlar, tablă, proiector, ecran, mostre de motoare și transformatoare, planșe.

Lucrările practice se vor desfășura în laboratorul Mașini electrice dotat cu echipament prezentat în tabelul următor:

Nr. crt.	Denumirea resursei	№ (buc.)
1.	Standuri funcționale cu transformatoare electrice	8
2.	Standuri funcționale cu motoare asincrone	8
3.	Standuri funcționale cu motoare de curent continuu	8
4.	Standuri funcționale cu motoare și generatoare sincrone	8
5.	Transformatoare monofazate	8
6.	Transformatoare trifazate	8
7.	Baterii de condensatoare	8
8.	Voltmetru	20
9.	Ampermetru	15
10.	Wattmetru	10
11.	Autotransformatoare monofazate	6
12.	Autotransformatoare trifazate	6
13.	Rezistențe	16
14.	Fire de conexiune	100
15.	Convertizoare statice	4
16.	Aparate de măsură digitale	14
17.	Tahometre digitale	8
18.	Clește de măsurat	8
19.	Comutatoare trifazate	4
20.	Frâne electromagnetice	8

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Ambros T. S. Mașini electrice: Volumul I: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1992. – 480 p.	Bibliotecă/Cabinet	200/30
2.	Ambros T. S. Mașini electrice: Volumul II: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1994. – 344 p.	Bibliotecă/Cabinet	200/30
3.	Читечян И. Электрические машины. Сборник задач. М.: Вышая Школа, 1988. – 230 с.	Bibliotecă/Cabinet	30/15
4.	Кацман М. М. Электрические машины: Учеб. для электротехнических средн. спец. Учебных заведений/ техникумов. – М.: Высш. Шк.,2003. – 469 с.	Bibliotecă	50
5.	Tofan G., Doroș V. Indicații metodice pentru lucrări de laborator la disciplina Mașini electrice. – Ch.: 2011. – 34 p.	Sala de lectură/Laborator	20/15
6.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu., Electrotehnică și mașini electrice. –Ch.: Editura CUANT, 1998 – 403 p	Bibliotecă	30
7.	www.afahc.ro/roifacultate/cursuri/masini_1.pdf	Internet	
8.	https://ro.scribd.com/document/44289715/curs-masini-electrice	Internet	
9.	Biblioteca.regielive.ro	Internet	
10.	em.ucv.ro/images/EuSaite/HOME/.../Masini_si_actionari_electrice_II.pdf	Internet	
11.	ro.math.wikia.com/wiki/Fisier:Masini_electrice_1_Curs_2.pdf	Internet	