



MINISTERUL EDUCAȚIEI
ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova

I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Î.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.

„Aprobat”
Directorul I.P. Centrul de Excelență
în Energetică și Electronică,
Mariana BARLADEAN
23 septembrie 2022

Curriculumul modular P.01.O.010 Mașini electrice

Specialitatea: 71370 Rețele electrice

Calificarea: Tehnician electrician

Chișinău 2022

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova

I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronica

I.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.

”Avizat”

Sef secție ”Învățământ dual”,
Camera de Comerț și Industrie

Elena MOVILEANU

26 septembrie 2022

”Coordonat”

Country Manager I.C.S. ”Premier
Energy Distribution” S.A.

Jose Luis GOMEZ PASCUAL

26 septembrie 2022

Curriculumul modular P.01.O.010 Mașini electrice

**Specialitatea: 71370 Rețele electrice
Calificarea: Tehnician electrician**

Autori:

1. Grigore TOFAN, cadru didactic, grad didactic superior, I.P.CEEE
2. Leonid DAMIAN, cadru didactic, grad didactic doi, I.P.CEEE

Recențent:

Oleg CEVDARI, Manager distribuție sector Chișinău, I.C.S. ”Premier Energy Distribution” S.A.

Aprobat de:

Consiliul metodic științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronica

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAS
”23” septembrie 2022

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>4</i>
<i>IV. Administrarea modulului</i>	<i>5</i>
<i>V. Unitățile de învățare</i>	<i>5</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>8</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>9</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>9</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>10</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>12</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>13</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Mașini electrice** este unul din modulele de specialitate în pregătirea tehnicianului electrician prin învățământul dual, prin formarea competențelor specifice profesionale. Succedarea programului de formare profesională în conformitate cu cerințele angajatorului va asigura mai eficient adaptare în câmpul muncii a tânărului specialist în baza cunoștințelor și abilităților oferite de prezentul curriculum.

Obiectul curriculumului este mașina electrică, ca element de bază al instalațiilor electrice, stațiilor și posturilor de transformare. Curriculumul prevede dezvoltarea abilităților în întreținerea și montarea transformatoarelor și mașinilor electrice.

Reieșind din importanța sectorului Energetic formarea specialiștilor în domeniu va fi ghidată de următoarele cerințe: asigurarea condițiilor optime pentru însușire de cunoștințe, formare de abilități și aptitudini; urmărirea continuă a dezvoltării progresului tehnic, implimentarea noilor tehnologii.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Studierea acestui modul va contribui la formarea și dezvoltarea competențelor profesionale ale tehnicianului electrician necesare pentru îndeplinirea atribuțiilor și sarcinilor de lucru.

Specialistul calificat este capabil să îndeplinească sarcini practice de montare, exploatare și punerea în funcțiune a transformatoarelor și mașinilor electrice, asumarea responsabilității pentru mentenanța transformatoarelor și mașinilor electrice utilizate în producerea și transportarea energiei electrice, respectarea normelor de securitate și sănătate în muncă la montarea și întreținerea transformatoarelor și mașinilor electrice.

Competențele profesionale specifice vor fi pilonul în activitatea profesională a tehnicianului energetician, în sectorul Energetic care sunt solicitați de toate entitățile indiferent de forma de proprietate a acestora: de stat sau privată.

III. Competențele profesionale specifice modulului

CS1. Asamblarea și dezasamblarea părților constructive transformatoarelor și mașinilor electrice.

CS2. Montarea și întreținerea transformatoarelor electrice din stații și posturi de transformare.

CS3. Montarea și întreținerea mașinilor electrice.

CS4. Executarea procesului de pornire și reglare a vitezei mașinilor electrice.

CS5. Citirea și elaborarea schemelor de acționare a mașinilor electrice.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
I	120	54	10	56	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Transformatorul electric		
UC1. Identificarea părților constructive ale transformatoarelor electrice.	- Caracteristici generale ale transformatoarelor. - Tipuri de transformatoare. - Parametrii nominali și semne convenționale ale transformatoarelor. - Elemente constructive ale transformatoarelor.	A1. Operarea cu noțiunile specifice transformatoarelor electrice A2. Discifrarea standardelor de marcare a transformatoarelor A3. Utilizarea transformatoarelor electrice A4. Identificarea elementelor constructive ale transformatoarelor
UC2. Exploatarea transformatoarelor monofazate	- 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.	A5. Determinarea raportului de transformare A6. Încercarea în gol și scurtcircuit a transformatorului monofazat A7. Determinarea curentului de mers în gol A8. Determinarea tensiunii de scurtcircuit A9. Conectarea transformatorului la funcționarea în sarcină A10. Construirea caracteristicilor externe ale transformatorului A11. Determinarea pierderilor și randamentul transformatorului

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
UC3. Exploatarea transformatoarelor de putere	- Construcția miezului magnetic. - Scheme de conexiune ale transformatorului trifazat. - Grupele de conexiune ale transformatorului trifazat. - Reglarea tensiunii transformatorului trifazat. - Funcționarea transformatoarelor în paralel.	A12. Selectarea sistemelor magnetice trifazate. A13. Executarea schemelor de conexiune ale înfășurărilor. A14. Alegerea grupelor de conexiune ale transformatorului trifazat. A15. Executarea reglării tensiunii transformatorului. A16. Conectarea transformatoarelor în paralel.
UC4. Utilizarea transformatoarelor speciale	- Autotransformatoare. - Transformator de sudare. - Transformatoare cu trei înfășurări. - Radiotransformatoare.	A17. Utilizarea autotransformatoarelor. A18. Conectarea autotransformatoarelor. A19. Asamblarea diverselor tipuri de transformatoare speciale.
2. Mașini asincrone		
UC5. Identificarea părților constructive ale mașinii asincrone.	- 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.	A20. Discifrarea standardelor de marcare a motoarelor asincrone A21. Asamblarea și dezasamblarea părților constructive ale motorului asincron scurtcircuitat A22. Asamblarea și dezasamblarea părților constructive ale motorului asincron bobinat
UC6. Exploatarea mașinilor asincrone trifazate	- Principiul de funcționare a mașinii asincrone. - Pornirea motorului asincron trifazat. - Reglarea vitezei motorului asincron.	A23. Pornirea motorului asincron trifazat scurtcircuitat A24. Pornirea motorului asincron cu rotorul bobinat A25. Reglarea vitezei motorului asincron
UC7. Utilizarea motoarelor asincrone monofazate	- Principiul de funcționare al motorului monofazat. - Utilizarea motoarelor trifazate drept motoare monofazate.	A26. Asamblarea și dezasamblarea elementelor constructive A27. Conectarea motorului asincron trifazat la rețeaua monofazată

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
3. Mașini de curent continuu		
UC8. Identificarea părților constructive ale mașinilor de curent continuu	- Domeniul de aplicare și destinația mașinilor de curent continuu. - Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinii de curent continuu. - Elemente constructive ale mașinii de curent continuu.	A28. Discifrarea standardelor de marcare ale mașinilor de curent continuu A29. Montarea elementelor constructive ale motorului de curent coninuu A30. Demontarea elementelor constructive ale motorului de curent coninuu
UC9. Exploatarea motoarelor și generatoarelor de curent continuu	- Clasificarea motoarelor și generatoarelor de curent continuu după modul de excitație. - Pornirea motorului de curent continuu. - Reglarea vitezei motorului de curent continuu. -	A31. Executarea schemelor electrice motoarelor și generatoarelor de curent continuu după modul de excitație. A32. Pornirea motorului de curent continuu A33. Reglarea vitezei motorului de curent continuu
4. Mașini sincrone		
UC10. Identificarea elementelor constructive ale motoarelor sincrone	- Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone. - Tipuri de motoare sincrone. - Elemente constructive ă ale mașinii sincrone.	A34. Discifrarea standardelor de marcare ale generatoarelor și motoarelor sincrone A35. Determinarea parametrilor nominali ai motorului sincron A36. Montarea și demontarea elementelor constructive ale mașinii sincrone
UC11. Exploatarea generatoarelor sincrone	- Transformarea electromecanică a energiei în generatorul sincron. - Reglarea puterii generatorului sincron. - Caracteristicile generatorului sincron în regim autonom.	A37. Conectarea în paralel a generatoarelor sincrone A38. Determinarea caracteristicilor generatorului sincron A39. Executarea schemelor de excitație a generatoarelor sincrone
UC12. Utilizarea mașinilor sincrone speciale	- Generatoare sincrone de mică putere. - Masini sincrone cu magneți permanenți.	A40. Utilizarea generatoarelor sincrone de mică putere A41. Aplicarea mașinilor sincrone cu magneți permanenți în acționările electrice

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	52	26	6	20
2.	Mașini asincrone	24	10	2	12
3.	Mașini de curent continuu	24	10	2	12
4.	Mașini sincrone	20	8	-	12
	Total	120	54	10	56

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Transformatorul electric			
Transformatoare trifazate	Calculul transformatorului de putere	Prezentarea calculului	Săptămăna 4
2. Mașini asincrone			
Pornirea motorului asincron trifazat.	Scheme de pornire	Prezentarea schemelor	Săptămăna 6
Reglarea vitezei motorului asincron	Scheme de reglare	Prezentarea schemelor	Săptămăna 6
3. Mașini de curent continuu			
Pornirea motorului de curent continuu.	Scheme de pornire	Prezentarea schemelor	Săptămăna 7
Reglarea vitezei motorului de curent continuu.	Scheme de reglare	Prezentarea schemelor	Săptămăna 7
4. Mașini sincrone			
Generatoare sincrone	Scheme de montare a hidrogenatoarelor și turbogeneratoare	Prezentarea schemelor	Săptămăna 8

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Încercarea transformatorului monofazat.
2. Încercarea transformatorului trifazat.
3. Funcționarea în paralel al transformatoarelor.
4. Pornirea motorului asincron trifazat.
5. Pornirea motorului de curent continuu.

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 modulului **Mașini electrice** 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.

Mașini sincrone: modelarea, exersarea ghidată, simularea, demonstrarea, instructajul, diagrama Venn.

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, transmitător de cunoștințe, formator, supraveghetor. Alternarea metodelor de învățământ, diversificarea procedeelor 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 atît pe înţelegerea şi aplicarea cunoştinţelor cît şi pe manifestarea comportamentului profesional adecvat în situaţii concrete. Această abordare de formare se concentrează pe pregătirea **tehnicienilor energeticieni** pentru următoarea etapă a vieţii lor, fie că e vorba de continuarea studiilor, fie de angajare în cîmpul muncii.

X. Sugestii de evaluare a competenţelor profesionale

Evaluarea reprezintă o activitate complexă a procesului didactic, care permite evidenţierea achiziţiilor de cunoştinţe şi abilităţi dobîndite de formabili prin aplicarea unor probe orale, scrise sau practice.

Evaluarea curentă/formativă. Evaluare formativă are drept obiectiv general de a susţine învăţarea prin acordarea unui feedback prompt elevilor cu privire la stadiul atingerii rezultatelor planificate ale învăţării şi este însoţită de îndrumarea corespunzătoare, individualizată, a acestora. Evaluarea curentă a unităţilor de competenţe cheie respectă, în învăţămîntul profesional tehnic postsecundar şi post secundar nonterţiar, principiul conform căruia modul în care este proiectat procesul de formare corespunde modului în care este realizată evaluarea competenţelor/rezultatelor învăţării. Evaluarea curentă/formativă se va realiza inclusiv prin testarea cunoştinţelor înaintea activităţilor aplicative (laborator, proiect, practică); teste pe parcurs; susţinerea orală a referatelor, miniproiectelor, estimarea studiului independent şi/sau a rapoartelor a pentru lucrărilor de laborator/practice efectuate în baza rezultatelor obţinute în procesul de realizare a următoarelor produse:

- Încercarea transformatorului monofazat în gol şi scurtcircuit.
- Încercarea transformatorului monofazat în sarcină.
- Încercarea transformatorului trifazat în gol şi scurtcircuit.
- Scheme de pornire a motoarelor asincrone trifazate.
- Scheme de conexiune a motorului asincron trifazat la reţeaua monofazată.
- Schema de conexiune a motorului de curent continuu cu excitaţie derivaţie.
- Schema de conexiune a generatorului de curent continuu cu excitaţie separată.
- Schema de conexiune a generatorului de curent continuu cu excitaţie derivaţie.
- Conectarea generatorului sincron.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenţei vor include:

Criteriile de evaluare a produselor:

- corespunderea specificaţiilor tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerinţelor ergonomice;
- respectarea cerinţelor de securitate la locul de muncă;
- claritatea şi coerenţa rapoartelor tehnice întocmite;

- corectitudinea interacțiunii cu colegii și superiorii;
- corectitudinea interacțiunii cu utilizatori.

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 **71370 Rețele electrice** cu termenul de studii 2 ani unitatea de curs **Mașini electrice** acordă elevului 4 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculum-ului recomandă efectuarea examenului oral.

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

Criterii de stabilire a subiectelor la forma 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.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sala de studii: tablă, proiector, ecran, mostre de motoare și transformatoare, planșe. Modele de motoare și transformatoare electrice.

Cerințe față de sălile de laborator sunt prezentate 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	4
16.	Aparate de măsură digitale	14
17.	Tahometre digitale	8
18.	Clește de măsurat	8
19.	Comutatoare trifazate	4
20.	Frîne 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.	Biblioteca/Cabinet	240
2.	Ambros T. S. Mașini electrice: Volumul II: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1994. – 344 p.	Biblioteca/Cabinet	230
3.	Читечян И. Электрические машины. Сборник задач. М.: Высшая Школа, 1988. – 230 с.	Biblioteca/Cabinet	5
4.	Кацман М. М. Электрические машины: Учеб. для электротехнических средн. спец. Учебных заведений/ техникумов. – М.: Высш. Шк., 2003. – 469 с.	Biblioteca	4
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 CUAANT, 1998 – 403 p	Biblioteca	20
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	