



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

"Aprob"
Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,

Meriana BARLADEAN
"18" septembrie 2023

Curriculumul modular
S.06.O.020 Mașini sincrone și decurent continuu

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>5</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>7</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>7</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>7</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>8</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>9</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>9</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>10</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Mașini sincrone și de curent continuu** este parte a programului de formare profesională la componenta de specialitate în conformitate cu Planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației, 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 **Mașini sincrone și de curent continuu**, are ca obiectiv general pregătirea specialistului calificat capabil să asigure funcționarea eficientă a mașinilor sincrone pentru producerea energiei electrice și acționarea utilajului electric industrial. 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;
- Teoria circuitelor electrice;
- Bazele teoretice ale electrotehnicii;
- Măsurări electrice și electronice;
- Aparate electrice;
- Mecanica aplicată

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Sectorul industrial reprezintă o ramură importantă a economiei naționale, contribuind la susținerea, dezvoltarea și modernizarea celorlalte sectoare. Industria este una foarte eterogenă, cu produse care trebuie să înfrunte cerințe diferite ale pieței actuale. Toate țările dezvoltate înalt sau dezvoltat datorită industriei și datorită revoluției tehnologice. Mașinile electrice sunt utilizate în toate sferile de activitate ale omului. Ele formează, practic, toate sursele de energie electrică și elementele de acționare în vederea efectuării unui lucru mecanic de către mecanisme și instalații. În vastul proces de conversie (transformare) a energiei, un loc însemnat îl ocupă conversia electromecanică care se realizează cu ajutorul mașinilor electrice.

Studierea acestui modul va oferi elevilor cunoștințe, abilități și deprinderi practice de montare, verificare și ajustare a mașinilor sincrone care produc energie electrică și care antrenează mașini și mecanisme industriale.

Specialistul Electromecanic din cadrul entității economice va asigura exploatarea mașinilor și generatoarelor sincrone în conformitate cu cerințele tehnico-economice și asistență în modernizarea mașinilor electrice utilizate în acționările electrice.

III. Competențele profesionale specifice modului

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

- CS1. Asamblarea și dezasamblarea mașinilor sincrone și de curent continuu
- CS2. Utilizarea mașinilor sincrone și de curent continuu în acționările electrice
- CS3. Pornirea mașinilor de curent continuu
- CS4. Reglarea vitezei mașinilor de curent continuu
- CS5. Exploatarea mașinilor sincrone
- CS6. Exploatarea mașinilor de curent continuu

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VI	120	24	6/30*	60	examen	4

Notă: 30* ore pentru lecțiile practice la disciplina **Mașini sincrone și de curent continuu** sunt prevăzute pentru elaborarea lucrării/proiectului de curs.

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Mașini sincrone		
<i>UC1.</i> Identificarea elementelor constructive ale motoarelor sincrone	<ul style="list-style-type: none"> - Parametrii nominali și semne convenționale ale mașinilor sincrone. - Tipuri de motoare sincrone. - Elemente constructive ale mașinii sincrone. 	<ul style="list-style-type: none"> A1. Discifrarea standardelor de marcare ale generatoarelor și motoarelor sincrone A2. Determinarea parametrilor nominali ai motorului sincron A3. Montarea și demontarea mașinii sincrone
<i>UC2.</i> Exploatarea generatoarelor sincrone	<ul style="list-style-type: none"> - Transformarea electromecanică a energiei în generatorul sincron. - Reglarea puterii generatorului sincron. - Caracteristicile generatorului sincron în regim autonom. 	<ul style="list-style-type: none"> A4. Conectarea în paralel a generatoarelor sincrone A5. Determinarea caracteristicilor generatorului sincron A6. Executarea schemelor de excitație

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
UC3. Exploatarea motoarelor sincrone	<ul style="list-style-type: none"> - Principiul de funcționare al mașinii sincrone. - Caracteristicile motorului sincron trifazat. - Pornirea motorului sincron. 	<p>A7. Utilizarea motoarelor sincrone</p> <p>A8. Determinarea caracteristicilor motorului sincron</p> <p>A9. Pornirea motorului sincron</p>
UC4. Utilizarea mașinilor sincrone speciale	<ul style="list-style-type: none"> - Generatoare sincrone de mică putere. - Mașini sincrone cu magneți permanenți. 	<p>A10. Utilizarea generatoarelor sincrone de mică putere</p> <p>A11. Aplicarea mașinilor sincrone cu magneți permanenți în acționările electrice</p>
2. Mașini de curent continuu		
UC5. Identificarea părților constructive ale mașinilor de curent continuu	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>A12. Discifrarea standardelor de marcare ale mașinilor de curent continuu</p> <p>A13. Montarea elementelor constructive ale motorului de curent coninuu</p> <p>A14. Demontarea elementelor constructive ale motorului de curent coninuu</p>
UC6. Utilizarea motoarelor și generatoarelor de curent continuu	<ul style="list-style-type: none"> - Funcționarea în regim de generator. Rolul colectorului. - Tensiunea electromotoare indusă în înfășurarea rotorică. - Funcționarea în regim motor. Rolul colectorului. - Comutația curentului. - Reacția indusului. - Pierderile în mașinile de curent continuu. - Randamentul motorului și generatorului de curent continuu. 	<p>A15. Deducerea tensiunii la bornele motorului de curent continuu</p> <p>A16. Deducerea tensiunii la bornele generatorului de curent continuu</p> <p>A17. Utilizarea regimului de motor.</p> <p>A18. Determinarea pierderilor motorului de curent continuu</p> <p>A19. Determinarea randamentului motorului și generatorului de curent continuu</p>
UC7. Exploatarea motoarelor de curent continuu	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificarea motoarelor de curent continuu după modul de excitație. - Caracteristicile motorului de curent continuu. - Pornirea motorului de curent continuu. - Reglarea vitezei motorului de curent continuu. 	<p>A20. Executarea schemelor electrice motoarelor de curent continuu după modul de excitație.</p> <p>A21. Construirea caracteristicilor motoarelor de curent continuu</p> <p>A22. Pornirea motorului de curent continuu</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	- Funcționarea în regim de frânare al motorului de curent continuu.	A23. Reglarea vitezei motorului de curent continuu A24. Frânarea motorului de curent continuu
UC8. Exploatarea generatoarelor de curent continuu	- Clasificarea generatoarelor de curent continuu după modul de excitație. - Caracteristicile generatoarelor de curent continuu. - Funcționarea în paralel a generatoarelor de curent continuu.	A25. Utilizarea generatoarelor de curent continuu A26. Executarea schemelor electrice ale generatoarelor de curent continuu A27. Construirea caracteristicilor generatoarelor de curent continuu A28. Conectarea în paralel a generatoarelor de curent continuu
UC9. Utilizarea micromașinilor de curent continuu	- Micromașini pentru pornirea autovehiculelor. - Generatoare pentru sudarea cu arc electric. - Motoare universale de curent continuu.	A29. Utilizarea micromașinilor de curent continuu A30. Montarea generatoarelor de curent continuu ca instalație de sudare A31. Utilizarea motoarelor universale în acționări electrice
3. Dimensionarea motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit		
UC10. Asistență în modernizarea echipamentului electric.	2.1. Parametrii tehnici a motoarelor asincrone. 2.2 Execuțiile de bază a mașinilor electrice: - după modul de montare; - după execuția climaterică; - după modul de protecție; 2.3 Alegerea dimensiunilor de bază. 2.4. Determinarea parametrilor înfășurării statorice. 2.5 Calculul dimensiunilor zonei de creștături a statorului. 2.6 Schemele înfășurărilor statorice. 2.6 Calculul rotorului. 2.7 Calculul curentului de magnetizare. 2.8 Calculul parametrilor regimului de funcționare. 2.9 Calculul pierderilor. 2.10 Calculul caracteristicilor de funcționare.	A32. Descrierea tipurilor de execuții ale mașinii asincrone cu rotorul scurtcircuitat A33. Utilizarea softului de calcul MatCAD A34. Selecționarea dimensiunilor de bază ale motorului electric A35. Efectuarea calculelor electromagnetice a părților constructive ale motorului electric. A36. Schițarea schemelor electrice a înfășurărilor motorului. A37. Elaborarea construcției motorului electric A38. Elaborarea construcției ansamblurilor și subansamblurilor ale mașinii 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.	Mașini sincrone	32	10	2	20
2.	Mașini de curent continuu	38	14	4	20
3.	Dimensionarea motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit	50	-	30*	20
	Total	120	24	6/30*	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Mașini sincrone			
1.3 Generatoare sincrone	Scheme de excitație	Prezentarea schemelor	Săptămăna 1
1.4 Mașini sincrone speciale	Scheme de comandă	Prezentarea schemelor	Săptămăna 3
2. Mașini de curent continuu			
3.5 Micromașini pentru pornirea autovehiculelor.	Scheme de comandă	Prezentarea schemelor	Săptămăna 5
3.6 Motoare universale de curent continuu.	Scheme electrice	Prezentarea schemelor	Săptămăna 8
1. Elemente de proiectare motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit			
2.2 Execuțiile de bază a mașinilor electrice	Poster	Prezentarea posterului	Săptămăna 9
2.5 Calculul dimensiunilor zonei de crestături a statorului.	Problemă	Argumentarea soluției	Săptămăna 10
2.6 Elaborarea schemelor înfășurării statorice.	Schemă	Prezentarea schemelor	Săptămăna 11

VIII. Lucrările de laborator recomandate

1. Cercetarea mașinii sincrone.
2. Cercetarea motorului de curent continuu cu excitație derivație
3. Cercetarea generatorului de curent continuu cu excitație independentă.

Lucrările practice la unitatea de curs **Mașini sincrone și de curent continuu** sunt prevăzute pentru elaborarea proiectului de curs:

- parametrii tehnici ai motorului electric;
- alegerea dimensiunilor de bază a motorului;
- calculul electromagnetice a părților constructive ale motorului electric;
- schemele electrice ale înfășurărilor;
- calculul caracteristicilor de funcționare;
- desene ale motorului electric dimensionat.

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 **Mașini sincrone și de curent continuu** 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:

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

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, transmitător 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 atît pe înțelegerea și aplicarea cunoștințelor cît 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.

Aceste metode și tehnici vor fi aplicate în procesul de predare-învățare în scopul dezvoltării la elevi a aptitudinilor și atitudinilor necesare realizării cu succes a următoarelor sarcini de lucru în conformitate cu profilul ocupațional din descrierea calificării

- descrierea tipurilor de execuții ale mașinii asincrone cu rotorul curtcircuitat (condiții tehnice de montare) - cercetare, studiul de caz;
- selecționarea dimensiunilor de bază ale motorului electric, înălțimea axei de rotație, diametrul interior și exterior statoric, lungimea de calcul care trebuie să corespundă limitelor recomandate – algoritimizarea, modelarea, proiect în grup, proiect individual;
- efectuarea calculelor electromagnetice a părților constructive ale motorului electric algoritimizarea, proiect individual;
- desenează scheme electrice a înfășurărilor motorului. Coordonează/compară schemele cu cele existente și tangente, în baza normele și cerințele regulamentelor în vigoare – modelarea, demonstrația cu acțiuni, proiect individual;
- completează documentația tehnică de proiectare necesară –algoritimizare, instruirea prin muncă, demonstrația cu mijloace tehnice.

Un rol aparte în dezvoltarea competențelor specifice îl reprezintă procesul de elaborare a proiectului de curs la unitatea de curs **Mașini sincrone și de curent continuu**. Metoda proiectului individual contribuie esențial la dezvoltarea calităților profesionale.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

În procesul de formare a competențelor profesionale specifice unității de curs **Mașini sincrone și de curent continuu** vor fi utilizate diverse instrumente de evaluare formativă, cum ar fi: chestionare, grile, fișe de autoevaluare, comunicare în scopul interevaluării. Pentru evaluarea unității de învățare se va aplica metoda prezentării proiectului, realizat individual, simulând metodologia de elaborare și susținere a proiectului de diplomă - proba de absolvire pentru a obținere calificarea **Electromecanic**.

Evaluarea finală a unității de curs, se va realiza prin examen în scris - rezolvarea unui test. Produsele propuse elevilor spre elaborare în scopul determinării gradului de formare a competențelor profesionale în cadrul unității de curs **Mașini sincrone și de curent continuu** în corelare cu profilul ocupațional sunt:

- monitorizarea stării tehnice a motoarelor sincrone și de curent continuu din incinta secțiilor de producere;

- calculele electromagnetice pentru determinarea părților constructive ale motorului electric;
- determinarea tipului și secțiunii conductorului înfășurării statorice și rotorice;
- schemele desfășurate al înfășurărilor.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței vor include:

- corespunderea parametrilor tehnici;
- corespunderea standardelor și normativelor în vigoare;
- productivitatea muncii;
- corectitudinea calculelor.
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite;
- ținuta grafică.
- claritatea la prezentarea rapoartelor tehnice.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor specifice unității de curs **Mașini sincrone și de curent continuu** 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 sincrone, planșe.

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

Lucrările practice la lucrarea/proiect de curs se vor desfășura în sala de calculatoare. Resurse didactice/tehnice în realizarea lucrărilor practice sunt cataloage tehnice și computer ca o resursă eficientă propusă de autorii de curriculum. Cerințele tehnice față de calculator: procesor, 2 GHz; memorie operativă, 4 GB; unitate de stocare, 500 GB; afișaj și grafică, size: 22", resolution: 1366x768; Network: Ethernet, 100 Mb. Software: Sistem de Operare Microsoft Windows, Vizio, MatCAD, 15.

Nr. crt.	Denumirea resursei	№ (buc.)
1.	Standuri funcționale cu motoare de curent continuu	4
2.	Standuri funcționale cu motoare și generatoare sincrone	4
3.	Voltmetre, Ampermetre, Wattmetre	20
4.	Rezistențe	16
5.	Fire de conexiune	100
6.	Aparate de măsură digitale	14
7.	Tahometre digitale	8
8.	Clește de măsurat	8
9.	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 II: Manual pentru instituțiile de învățământ superior.- Ch.: Universitas, 1994. – 344 p.	Bibliotecă/Cabinet	200/30
2.	Proiectarea mașinilor electrice. Traducerea din rusă de dr. hab. prof. univ. Tudor Ambros. Universitatea Tehnică a Moldovei., Chișinău, 2004. – 211p	Bibliotecă/Cabinet	20
3.	Читечян И. Электрические машины. Сборник задач. М.: Высшая 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.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu., Electrotehnică și mașini electrice. – Ch.: Editura CUANT, 1998 – 403 p	Bibliotecă	30
6.	www.afahc.ro/roifacultate/cursuri/masini_1.pdf	Internet	
7.	https://ro.scribd.com/document/44289715/curs-masini-electrice	Internet	
8.	Biblioteca.regielive.ro	Internet	
9.	em.ucv.ro/images/EuSaite/HOME/.../Masini_si_actionari_electrice_II.pdf	Internet	
10.	ro.math.wikia.com/wiki/Fisier:Masini_electrice_1_Curs_2.pdf	Internet	