



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

Aprobat
directorul Centrului de Excelență
în Energetică și Electronică



Mariana Barladean
20 martie 2023

Curriculumul disciplinar

F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice

Specialitatea: 71310 Electroenergetică

Calificarea: 311313 Tehnician energetician

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:

Tofănică Veaceslav, cadru didactic, I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Grigore TOFAN, cadru didactic, I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire

 Virgil BANTAȘ
20 martie 2023

Recenzenți:

1 Ciobanu Viorel, Director Tehnic, Compania Electrica S.R.L.

2. Ion CARAPOSTOL, Șef adjunct serviciu în Industria prelucrătoare (SAIT)

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>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>7</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>7</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. Resurse didactice recomandate elevilor</i>	<i>13</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** este elaborat conform Planului de învățământ, semnat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării nr. SC – 34/22 din 26.07.2022. Curriculumul poate fi utilizat pentru specialitatea **71310 – Electroenergetică** termen de studii 4 ani, cu frecvență la zi.

Scopul curriculumului constă în cunoașterea profundă a principiului de funcționare al aparatelor de măsurat electrice și electronice, avantajele și dezavantajele, domeniul de utilizare ale acestora, modul de conectare al aparatelor în circuit.

Unitățile de curs ce necesită a fi studiate până la demararea procesului de instruire la modulul Măsurări electrice și electronice:

- Materiale electrotehnice.
- Desen tehnic.
- Electrotehnica I.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Dezvoltarea tehnologiilor create de om este strâns legată de cea a mijloacelor de măsurat. Orice activitate care folosește mijloace tehnice și care are impuși niște parametri de precizie presupune cel puțin o operație de măsurare. Măsurarea a devenit o componentă indispensabilă în toate etapele de atestare a calității unui produs, din faza de concepție până la controlul final.

Măsurările electrice și electronice - este domeniul de cunoștințe referitoare la masurari, cuprinzând toate aspectele, atât teoretice, cât și practice, indiferent de nivelul lor de precizie, mărimea măsurată, modalitatea și scopul efectuării, domeniul științei sau tehnicii în care intervin.

Studierea modulului în cauză are un rol important în formarea competențelor profesionale, impactul pe care îl va avea însușirea modulului este foarte mare în crearea condițiilor de studiere a viitoarelor module prevăzute de planul de învățământ și în dezvoltarea unei cariere profesionale de succes.

III. Competențele profesionale specifice modulului

CS1 – Alegerea și utilizarea mijloacelor și metodelor de măsură în procesul de măsurare.

CS2 - Selectarea și utilizarea aparatelor de măsură după principiul de funcționare, proprietăți și domeniul de utilizare ale acestora.

CS3 – Aplicarea metodelor și utilizarea aparatelor pentru măsurări în curent continuu și curent alternativ monofazat și trifazat.

CS4 – Utilizarea tehnicilor de măsurare digitală pentru determinarea, monitorizarea marimilor electrice.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
III	150	45	30	75	examen	5

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Noțiuni și elemente de metrologie generală		
<i>UC1.</i> Alegerea și utilizarea mijloacelor și metodelor de măsură în procesul de măsurare.	- Principii și terminologie - Procesul și metodele de măsurare - Definirea erorii de măsurare - Clasificarea erorilor de măsurare - Erorile și clasele de precizie ale aparatelor de măsurat Electrice - Caracteristicile metrologice ale aparatelor de masurat electrice	- A1. Identificarea mărimii electrice - A2. Respectarea etapelor procesului de măsurare - A3. Identificarea erorilor de măsurare a apartelor de măsură - A4. Calcularea erorilor de măsurare a apartelor de măsură - A5. Utilizarea corecțiilor a aparatelor de măsură - A6. Evaluarea calităților de verificare metrologice a aparatelor de măsură
2. Aparat de măsurat electromecanice (AME)		
<i>UC2.</i> Selectarea și utilizarea aparatelor de măsură după principiul de funcționare, proprietăți și domeniul de utilizare a acestora.	- Schema funcțională generală - Principiul de funcționare - Clasificarea, marcarea, structura și elementele constructive comune ale aparatelor de măsurat electromecanice - Construcția, principiul fizic de funcționare,	- A7. Identificarea aparatelor de măsură și control pentru mărimi electrice - A8. Identificarea elementelor constructive ale aparatelor de măsurat electromecanice - A9. Citirea marcajelor de pe cadranul a aparatelor de măsurat electromecanice

	proprietățile, domeniile de utilizare, prevenirea defecțiunilor și remedieri a aparatelor: - magnetoelectric, - magnetoelectric cu redresor, - feromagnetic, - electrodinamic, - electrostatic și de inducție.	A10. Identificarea construcției aparatelor: magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor, electrostatice și de inducție A11. Utilizarea aparatelor magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor electrostatice și de inducție la efectuarea măsurărilor electrice de marimi electrice
3. Măsurarea mărimilor electrice		
UC3. Aplicarea metodelor și utilizarea aparatelor pentru măsurări în current continuu și current alternativ monofazat și trifazat	- Montarea și metodele de extindere a domeniului de măsurare a ampermetrului și voltmetrului în circuitul de măsurare Metodele de măsurarea a: - rezistenței electrice, - impedenței, - puterii electrice în c.c și c.a monofazat și trifazat, - frecvenței, - energiei electrice monofazat și trifazat în c.a,	A12. Identificarea aparatului de măsură pentru măsurarea curentului și tensiunii electrice A13. Conectarea și extinderea domeniului de măsură ampermetrului și voltmetrului în circuit A14. Identificarea, selectarea, utilizarea și conectarea aparatelor și metodelor utilizate în măsurarea: rezistenței, impedenței, puterii electrice, frecvenței, energiei electrice.
4. Aparatură de măsură digitală		
UC4. Utilizarea tehnicilor de măsurare digitală pentru determinarea, monitorizarea marimilor electrice	- Schema de structură generală - Părțile componente - Principiul de funcționare - Clasificarea - Proprietățile aparatelor de măsurat digitale	A15. Identificarea aparatelor de măsură digitale A16. Utilizarea aparatelor de măsură digitală în tehnica modernă

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.	Elemente de metrologie generală	13	5		8
2.	Aparate de măsurat electromecanice (AME)	42	14	2	26
3.	Măsurarea mărimilor electrice	74	18	26	30
4.	Aparate de măsură digitale	21	8	2	11
	Total	150	45	30	75

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Elemente de metrologie generală			
1.1 Erori de măsurare	Calculare	Prezentarea calculelor	săptămâna 1
1.2 Caracteristici metrologice	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămâna 1
2. Aparate de măsurat electromecanice (AME)			
2.1 Aparate de măsurat analogice indicatoare. Logometre și galvanometre magnetoelectrice	Mostră	Prezentarea mostrei	săptămâna 2

2.2 Aparate ferodinamice, aparate bimetalice	Mostră	Prezentarea mostrei	săptămâna 3
2.3 Aparate universale complexe	Mostră	Prezentarea mostrei	săptămâna 4
2.4 Aparate cu termocuplu	Mostră	Prezentarea mostrei	săptămâna 4
3. Măsurarea mărimilor electrice			
3.1 Reductoare de curent și de tensiune	Raport	Prezentarea raportului	săptămâna 5
3.2 Măsurarea rezistenței de izolație	Raport	Prezentarea raportului	săptămâna 6
3.3 Măsurarea puterii în audio și radiofrecvență	Raport	Prezentarea raportului	săptămâna 8
3.4 Măsurarea energiei electrice în c.a. monofazat	Raport	Prezentarea raportului	săptămâna 9
3.5 Măsurarea energiei electrice active și reactive în c.a. trifazat	Schemă	Modalități de conectare	săptămâna 10
3.6 Q-metrul analogic și numeric	Schemă	Modalități de conectare	săptămâna 12
3.7 Generatoare de semnal	Schemă	Modalități de conectare	săptămâna 13
4. Aparate de măsură digitale			
4.1 Multivoltmetre electronice	Schemă	Modalități de conectare	săptămâna 14
4.2 Aparate electrice și electronice pentru măsurarea mărimilor neelectrice	Raport	Prezentarea raportului	săptămâna 15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Citirea și marcarea elementelor constructive ale aparatelor electromecanice.
2. Măsurarea intensității curentului electric.
3. Măsurarea tensiunii electrice.
4. Măsurarea rezistenței electrice prin metoda ampermetrului și voltmetrului.
5. Măsurarea rezistenței de izolație cu megohmetrul.
6. Măsurarea puterii electrice în circuitele de curent continuu monofazat.
7. Măsurarea puterii electrice în circuitele de curent alternativ monofazat.
8. Măsurarea puterii active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.
9. Măsurarea puterii active în circuitele trifazate prin metoda a două wattmetre.
10. Măsurarea factorului de putere cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.
11. Măsurarea energiei electrice în curent alternativ monofazat.
12. Măsurarea energiei electrice active în curent alternativ trifazat.
13. Determinarea erorilor transformatorului de curent.
14. Determinarea erorilor transformatorului de tensiune.
15. Măsurători cu osciloscopul catodic.

IX. Sugestii metodologice

Elementul de bază al unității de curs **Măsurări Electrice și Electronice** sînt competențele specifice ce trebuie formate și dezvoltate în procesul de instruire profesională. Succesul acestui scop major constă în organizarea eficientă a procesului de formare a abilităților. Pentru aceasta sunt necesare două condiții:

1. **Organizarea activităților.** Pentru buna organizare a procesului didactic ambii participanți necesită de a-și organiza activitățile. De modul cum sunt organizate acestea depinde în mare măsură nivelul de formare a competențelor.
2. **Selectarea adecvată a metodelor de instruire.** Autorii curriculumului recomandă utilizarea următoarelor metode de instruire pe unități de învățare:

Elemente de metrologie generală: explicația, observația, descrierea, SINELG, harta conceptuală, predarea reciprocă, studiu de caz, etc.

Aparate de măsurat electromecanice (AME) : explicația, demonstrația cu obiecte, simularea, demonstrația cu acțiuni, tehnici video, etc.

Măsurarea mărimilor electrice: explicația, algoritizarea, problematizarea, demonstrația cu mijloace tehnice, simularea, demonstrația cu acțiuni, tehnici video, demonstrații grafice, etc.

Aparate de măsură digitale: explicația, simulare, demonstrații grafice, demonstrația cu acțiuni, învățarea prin descoperire, etc.

În cadrul lecțiilor practice se vor selecta metode activ – participative, în scopul dezvoltării la elevi a abilităților necesare. Cele mai indicate sînt: instruirea programată, algoritizarea, simularea, oferind posibilitatea de ghidare a activității elevului în bază de situații practice.

Metodele utilizate în realizarea sarcinilor propuse pentru studiul individual ghidat de profesor, permit adaptarea la tempoul de învățare individuală. Metoda studiul de caz valorifică o situație reală care se analizează și se rezolvă. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre elevi își va aduce aportul la analiza și rezolvarea problemei. Elaborarea referatelor și prezentărilor dezvoltă diverse abilități cum ar fi: digitale, de lectură eficientă, autonomia, flexibilitatea.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe competențe presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Evaluarea continuă va fi structurată în evaluări formative și evaluări sumative (finale) ce țin de interpretarea creativă a informațiilor și de capacitatea de a rezolva situațiile de problemă.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor și obținerea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, evidențierea succeselor, implementarea evaluării selective sau individuale.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de realizare a fiecărei evaluări.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza prin diverse modalități: observarea comportamentului elevului, analiza rezultatelor activității elevului, discuția/conversația, prezentarea referatelor. Prin evaluarea curentă/formativă, cadrele didactice informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobîndirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se realizează la finele studierii unității de învățare în baza simulării în atelier a unei situații de problemă din contexte profesionale variate, care solicită elevului demonstrarea competenței profesionale. Cadrele didactice vor elabora sarcini prin care vor orienta comportamentul profesional al elevului spre demonstrarea sistemului de cunoștințe și abilități.

În acest scop, vor fi clar stabiliți indicatorii și descriptorii de performanță ai procesului și produsului realizat de către elev.

În calitate de produse pentru măsurarea competenței se vor folosi după caz:

- Citirea și marcarea elementelor constructive ale aparatelor electromecanice. - Măsurarea intensității curentului electrice - Măsurarea tensiunii electrice.
- Măsurarea rezistenței electrice.
- Măsurarea inductanțelor.
- Măsurarea puterii electrice.
- Măsurarea energiei electrice.
- Determinarea erorilor transformatorului de curent.
- Determinarea erorilor transformatorului de tensiune.
- Măsurători cu osciloscopul catodic.

Criterii de evaluarea a produselor pentru măsurarea compentenței vor include:

- Corectitudinea conectării aparatelor de măsurat;
- Corectitudinea interpretării datelor măsurate;
- Corectitudinea prelucrării datelor măsurate;
- Respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- Respectarea cerințelor ergonomice;
- Claritatea rapoartelor tehnice întocmite.

Evaluarea finală. În conformitate cu Planul de învățământ aprobat pentru specialitatea **71310 Electroenergetică**, unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** acordă elevului 4 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorul curriculumului recomandă efectuarea examenului, în baza testelor de examinare aprobate la ședința catedrei și de către directorul adjunct pentru instruire și educație

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sală de curs: proiector multimedia, mostre, planșe.

Cerințe față de sală de laborator. Câte un loc pentru fiecare elev dotat cu următoarele mijloace tehnice:

Nr. crt.	Cerințe tehnice	Nr. (bucăți)
1	Cordoane electrice de legătură	10 / 1 elev
2	Set de sarcini (becuri cu incandescență)	1 / 2 elevi
3	Sursă de alimentare de curent continuu <i>АГAT</i>	1 / 2 elevi
4	Sursă de tensiune trifazată	1 / 2 elevi
5	Voltampermetru din sistemul magnetoelectric <i>M2044</i>	1 / 1 elev
6	Miliampermetru din sistemul magnetoelectric	1 / 2 elevi
7	Voltmetru din sistemul magnetoelectric	1 / 2 elevi
8	Voltmetru din sistemul electromagnetic <i>Э59</i>	1 / 1 elev
9	Ampermetru din sistemul electromagnetic <i>Э59</i>	1 / 1 elev
10	Wattmetru din sistemul electrodinamic <i>Д539</i>	1 / 1 elev
11	Voltmetru electronic analogic <i>B3-38</i>	1 / 1 elev
12	Voltmetru electronic analogic <i>B3-39</i>	1 / 2 elevi
13	Voltmetru electronic analogic al tensiunii de puls <i>B4-12</i>	1 / 2 elevi
14	Voltmetru electronic digital <i>B7-16A</i>	1 / 2 elevi
15	Osciloscop electronic catodic	1 / 2 elevi
16	Osciloscop electronic digital	1 / 2 elevi
17	Multimetru electronic digital <i>Φ4800</i>	1 / 2 elevi
18	Generator de joasă frecvență <i>Г3-118</i>	1 / 2 elevi
19	Generator de impulsuri <i>Г5-54</i>	1 / 4 elevi
20	Calculatoare (cu softul respectiv)	1 / 1 elev
21	Laptop	1 buc.
22	Videoproiector	1 buc.
23	Sistem audio	1 buc.
24	Ecran	1 buc.

XII. Resurse didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	E.Isac Măsurări electrice și electronice, clasele a X-a, Editura didactică și pedagogică, București1996	Biblioteca	120
2.	Электрические измерения под ред.В,Н,Малиновского, М.;Энергоиздат,1982	Biblioteca	30
3.	E. Nicolau, Măsurări electrice și electronice, Editura didactică și pedagogică, București1986	Biblioteca	1
4.	Электрические измерения:Учеб.пособие для вузов под ред. В.Н.Малиновского, М.;Энергоатомиздат,1985	Biblioteca	20
5.	И.Ю.Заичик, Б.И.Заичик Практикум по электрорадиоизмерениям М.;Высш.шк.,1985	Biblioteca	20
6.	S. Cristian Mirescu, Florin Mareș, Laborator tehnologic,Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, București 2004	Biblioteca	20
7.	S. Cristian Mirescu, Florin Mareș, Laborator tehnologic,Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, București 2004	Biblioteca	20
8.	Surse internet: www.didactic.ro www.scribd.com www.wikipedia.org www. biblioteca.regielive.ro www. cursuri-online.wikispaces.com	internet	