



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.05.O.015 Măsurări electrice și electronice

Specialitatea: 71570 Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: 311121 Tehnician metrolog

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, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Crețu Ștefan, cadru didactic, Centrul 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. Anatolii BESCUPCHII, director, Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare
2. Ștefan Pînzari, Vice-director MetronLab S.R.L.

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>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate.....</i>	<i>10</i>
<i>IX. Sugestii metodologice.....</i>	<i>11</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>12</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii.....</i>	<i>14</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>15</i>

I. Preliminarii

Curriculumul disciplinar la unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** este elaborat conform Planului de învățământ, semnat de Ministerului Educației și Cercetării nr. SC – 44/22 din 26.07.2022; curriculumul poate fi utilizat pentru specialitatea **71570 Metrologie și certificarea conformității**, termen de studii 4 ani, cu frecvență la zi.

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

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

- Fizica
- Materiale și componente pasive
- Desen tehnic
- Electrotehnica

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 măsurări, 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 modului

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 a 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 mărimilor electrice.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
V	90	40	20	30	examen	4

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.	<ul style="list-style-type: none">- Principii și terminologii- Procesul și metodele de măsurare- Definirea erorii de măsurare- Clasificarea erorilor de măsurare a aparatelor de măsură- Erorile și clasele de precizie ale aparatelor de măsurat electrice- Caracteristicile metrologice ale aparatelor de măsurat electrice	<ul style="list-style-type: none">A1. Identificarea mărimii electriceA2. Respectarea etapelor procesului de măsurareA3. Identificarea erorilor de măsurare ale aparatelor de măsurăA4. Calcularea erorilor de măsurare ale aparatelor de măsurăA5. Utilizarea corecțiilor a aparatelor de de măsurăA6. Evaluarea calităților metrologice ale aparatelor de măsurat electrice

2. Aparate de măsurat electrice (AME)		
<p><i>UC2.</i> Selectarea și utilizarea aparatelor de măsură după principiul de funcționare, proprietățile și domeniul de utilizare a acestora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Schema funcțională generală - Principiul de funcționare - Clasificarea, marcarea, structura și elementele constructive comune ale aparatelor de măsurat electrice - Construcția, principiul fizic de funcționare, proprietățile, domeniile de utilizare, prevenirea defecțiunilor și remedieri ale aparatelor de structură: <ul style="list-style-type: none"> • magnetoelectric, • magnetoelectric cu redresor, • feromagnetic, • electrodinamic, • electrostatic și de inducție. 	<p><i>A7.</i> Identificarea aparatelor de măsură și control pentru mărimi electrice</p> <p><i>A8.</i> Identificarea elementelor constructive ale aparatelor de măsurat electromecanice</p> <p><i>A9.</i> Citirea marcajelor de pe cadranul ale aparatelor de măsurat electromecanice</p> <p><i>A10.</i> Identificarea construcției aparatelor: magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor, electrostatice și de inducție</p> <p><i>A11.</i> Utilizarea aparatelor magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor electrostatice și de inducție la efectuarea măsurărilor electrice de mărimi electrice</p>
3. Măsurarea mărimilor electrice și magnetice		
<p><i>UC3.</i> Aplicarea metodelor utilizarea aparatelor pentru măsurări în curent continuu și curent alternativ monofazat și trifazat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montarea și metodele de extindere a domeniului de măsurare a ampermetrului și voltmetrului în circuitul de măsurare <p>Metodele de măsurare a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rezistenței electrice, - impedanței, - puterii electrice în c.c. și c.a. monofazat și trifazat, - frecvenței, - energiei electrice monofazate și trifazate în c.a, 	<p><i>A12.</i> Identificarea aparatului de măsură pentru măsurarea curentului și tensiunii electrice</p> <p><i>A13.</i> Conectarea și extinderea domeniului de măsură ampermetrului și voltmetrului în circuit</p> <p><i>A14.</i> Identificarea, selectarea, utilizarea și conectarea aparatelor și metodelor utilizate în măsurarea: rezistenței, impedanței, puterii electrice, frecvenței, energiei electrice.</p>

4. Aparate de măsură electronice		
UC4. Utilizarea tehnicilor de măsurare digitală pentru determinarea, monitorizarea mărimilor electrice	<ul style="list-style-type: none"> - Schema de structură generală - Părțile componente - Principiul de funcționare - Clasificarea - Proprietățile aparatelor de măsurat electronice - Parametrii metrologici de bază ale aparatelor de măsurat electronice - Măsurarea parametrilor semnalelor radiotehnice și a spectrului 	<p>A15. Identificarea aparatelor de măsură digitale</p> <p>A16. Utilizarea aparatelor de măsură digitale în tehnica modernă</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.	Noțiuni și elemente de metrologie generală	8	4	2	2
2.	Aparate de măsurat electrice (AME)	20	8	4	8
3.	Măsurarea mărimilor electrice și magnetice	28	10	8	10
4.	Aparate de măsură electronice	34	18	6	10
	Total	90	40	20	30

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. Caracteristici metrologice ale mijloacelor electrice de măsurare	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămîna 1
1.2 Schemele funcționale și caracteristicile metrologice ale mijloacelor electrice de măsurare	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 1
2. Aparat de măsurat electrice (AME)			
2.1 Părțile componente ale aparatelor de măsurat analogice	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 2
2.2 Aparat magnetoelectrice. Proprietăți.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 2
2.3 Aparat feromagnetice. Proprietățile de bază.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 3
2.4 Aparat universale complexe. Proprietățile de bază.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 3
2.5 Aparat ferodinamice, aparat bimetalice. Proprietățile de bază.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 4
2.6 Aparat cu redresor. Proprietățile de bază.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 4
2.7 Aparat cu termocuplu. Proprietățile de bază.	Referat	Prezentarea referatului	săptămîna 5
2.8 Logometre și galvanometre magnetoelectrice.	Prezentare	Derularea prezentării	săptămîna 5

3. Măsurarea mărimilor electrice și magnetice			
3.1 Extinderea domeniului de măsurare a aparatelor de măsură în curent și tensiune	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 6
3.2 Metode de măsurare a rezistenței electrice	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 6
3.3 Măsurarea rezistenței electrice prin metoda de punte	Prezentare	Derularea prezentării	săptămâna 7
3.4 Metode de măsurare cu citire directă	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 7
3.5 Metode de măsurare a puterii electrice	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 8
3.6 Metode de măsurare a energiei electrice în c.a. monofazat	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 8
3.7 Contorul de inducție monofazat. Construcția. Funcționarea	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 9
3.8 Calculul erorilor de fidelitate (aleatoare) după legea de repartiție Gauss la măsurări repetate identice	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămâna 9
4. Aparatură de măsură electronică			
4.1 Schema de structură a voltmetrelor electronice. Funcționarea.	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 10
4.2 Voltmetre electronice analogice. Funcționarea	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 10
4.3 Voltmetre electronice digitale. Funcționarea	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 11
4.4 Generatoare de semnal funcționale	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 11

4.5 Generatoare de măsură a semnalelor de joasă frecvență	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 12
4.6 Generatoare de măsură a semnalelor de frecvență înaltă	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 12
4.7 Multimetre electronice digitale. Funcționarea	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 13
4.8 Osciloscopice electronice analogice. Generalități	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 13
4.9 Osciloscopice electronice analogice. Funcționarea	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 14
4.10 Tehnica măsurărilor osciloscopice	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 14
4.11 Măsurare frecvenței. Metode de măsurare	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 15
4.12 Analizatoare de spectru analogice și digitale	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Studiarea 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 puterii electrice active în circuitul trifazat prin metoda a două wattmetre.
6. Măsurarea puterii electrice active în circuitul trifazat prin metoda a trei wattmetre.
7. Măsurarea energiei electrice în curent alternativ cu ajutorul contorului de inducție monofazat.
8. Măsurarea tensiunilor variabile cu voltmetrul numeric.
9. Măsurarea parametrilor semnalelor de ieșire a generatoarelor de frecvență joasă.
10. Măsurarea coeficientului de modulare în amplitudine a semnalelor electrice prin metode osciloscopice.

IX. Sugestii metodologice

Elementul de bază al unității de curs **Măsurări electrice și electronice** sunt 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.* Autorul 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 electrice (AME) : explicația, demonstrația cu obiecte, simularea, demonstrația cu acțiuni, tehnici video, etc.

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

Aparate de măsură electronice: 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 sunt: instruirea programată, algoritmizarea, 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: 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, cadrul didactic informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobândirea 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 electric.
- Măsurarea tensiunii electrice.
- Măsurarea rezistenței electrice.
- Măsurarea energiei electrice.
- Măsurarea puterii electrice.
- Măsurarea energiei electrice.
- Măsurarea parametrilor diferitelor mărimi fizice.
- Determinarea caracteristicii amplitudine frecvență.
- Determinarea parametrilor generatoarelor de semnal. - Măsurări cu osciloscopul catodic.

Criterii de evaluarea a produselor pentru măsurarea competenței 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 **71570 Metrologie și certificarea conformității** , 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>AΓAT</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	