

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

"Aprob"

Mariana BARLADEAN,

Directoare I.P. Centrul de Excelență în Energetică și
Electronică

" 17 " septembrie 2025

Curriculumul la disciplina

F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice

Programul de studii: 0713.1 – Electroenergetică

Calificarea: 0713.1.1 – Tehnician energetician/tehniciană energeticiană

Chișinău 2025

Aprobat la :

Consiliul metodico-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din

_____ septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei "Electrotehnică" a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din

05 septembrie 2025, șef catedră Svetlana CECAN _____

Autori:

Veaceslav TOFĂNICĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic doi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Veaceslav CEAUȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef catedră "Automatizări", I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Recenzenți:

1. Cevdari Oleg, Manager distribuție, Î.C.S. "Premier Energy Distribution" S.A.
2. Ciobanu Viorel, Director Tehnic, Compania Electrica S.R.L.
3. Carapostol Ion, Șef adjunct serviciu în industria prelucrătoare (SAIT)
4. Braga Dumitru, Decanul, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, UTM
5. Dobrea Ina, șef program Electroenergetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, UTM.

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>7</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>11</i>
<i>XII. Resurse didactice recomandate elevilor</i>	<i>11</i>

I. Preliminarii

Curriculumul pentru unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** este un document normativ și obligatoriu pentru realizarea procesului de pregătire a tehnicienilor în învățământul profesional tehnic postsecundar, este parte componentă a Planului de învățământ număr de înregistrare SC-58/24 din 03 septembrie 2024, ordin nr. 1229/2024, specialitatea **0713.1 Electroenergetică**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea **0713.1.1 Tehnician energetician/tehniciană energeticiană**. Unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** reprezintă unul din modulele de bază în pregătirea specialiștilor din domeniul **electroenergeticii**, oferindu-le elevilor competențe cognitive și funcțional- acționare atât pentru formarea erudiției de tehnician, cât și pentru desfășurarea lucrărilor specifice domeniului.

Măsurări electrice și electronice este disciplina indispensabilă oricărui specialist din domeniul tehnic pentru a-i permite interpretarea corectă, unitară și obiectivă a elementelor privind structura, proprietățile, controlul și exploatarea oricărui produs tehnic.

Scopul disciplinei constă în cunoașterea profundă a performanțelor metrologice, a principiului de funcționare a aparatelor de măsurat electrice și electronice, a domeniului de utilizare a acestora, modului de conectare a aparatelor în circuit, a metodelor de efectuare a măsurărilor și de apreciere a rezultatelor acestora, precum și în familiarizarea cu echipamentele și tehnicile moderne de achiziție a informației de măsurare.

Pentru demararea procesului de învățare sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele discipline: *matematica, fizica, chimie, desenul tehnic, materiale electrotehnice, electrotehnica*.

II. Motivația disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Dezvoltarea tehnologiilor este direct legată de cea a mijloacelor de măsurat. Orice activitate pentru realizarea căreia sunt folosite mijloace tehnice cu niște parametri de precizie presupune cel puțin o operație de măsurare. Măsurarea a devenit o componentă indispensabilă în toate etapele de testare a calității unui produs, din faza de concepție până la controlul final.

Măsurările electrice și electronice fac parte din 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 disciplinei în cauză are un rol important în formarea competențelor profesionale, creând precondiții pentru studiarea viitoarelor discipline și module prevăzute în planul de învățământ:

F.03.O.012 Teoria circuitelor electrice;

F.04.O.013 Bazele teoretice ale electrotehnicii;

F.04.O.014 Electronica de putere.;

F.04.O.015 Aparat electrice;

S.05.O.018 Mașini electrice;

S.07.O.022 Montarea și exploatarea rețelelor electrice pînă la 1000V;

S.08.O.025 Sisteme de alimentare cu energie electrică;

S.08.O.026 Montarea și exploatarea rețelelor electrice supra 1000V.

III. Rezultatele învățării specifice disciplinei

Disciplina **Măsurări Electrice și Electronice** va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în Standul de calificare care, la rândul lor, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standul ocupațional:

Rezultate ale învățării din standul de calificare	Competențe profesionale din standardul ocupațional
RÎ 5. Elevul va putea verifica parametri nominali (etalon) și reali ai componentelor, echipamentelor din sistemele automatizate în corespundere cu normele de exploatare și/sau specificațiile tehnice.	CP4. Aplicarea instrucțiunilor de exploatare și a specificațiilor din documentația tehnică
RÎ 8. Elevul va putea soluționa probleme tehnice ale obiectului prin testări și autotestări repetate, utilizând diferite metode de verificare.	CP9. Soluționarea problemelor tehnice
RÎ 9. Elevul va putea efectua expertiza tehnică a obiectului, înregistrând valorile măsurate versus valorile nominale pentru fiecare component/element/echipament/modul.	CP10. Expertiza tehnică

După studierea disciplinei **Măsurări electrice și electronice**, elevul va fi capabil:

- să opereze cu noțiuni fundamentale din domeniul măsurări electrice și electronice în cadrul proceselor tehnologice.
- să utilizeze echipamentul și aparatele electrice de măsurat în domeniul electroenergeticii.
- să aplice tehnici de acumulare, înregistrare, reprezentare, interpretare și comunicare a informației referitoare la aparate, echipament, algoritmi de măsurare etc.
- să respecte normele privind utilizarea corectă a aparatelor de măsurat și echipamentelor în domeniul industrial.
- să selecteze aparatele de măsurat și accesoriile necesare din punct de vedere electric, ce sunt utilizate la construcția și exploatarea instalațiilor electrice și electronice în electroenergetică.
- să participe la asamblarea circuitelor electrice și electronice pentru măsurare cu ajutorul aparatelor de măsurat în domeniul electroenergeticii.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore					Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Lucrul individual		
		Teorie	Practică	Labor.			

III	90	35	-	10	45	examen	3
-----	----	----	---	----	----	--------	---

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Elemente de metrologie generală	
- Caracterizarea procesului de măsurare, mijloacelor de măsurare, metodelor de măsurare. - Clasificarea erorilor de măsurare. - Descrierea caracteristicilor metrologice ale aparatelor de măsurat electrice.	1.1 Conținutul și sarcinile obiectului. Noțiuni metrologice principale. 1.1 Procesul, mijloace și metode de măsurare 1.2 Erori de măsurare. 1.3. Caracteristici metrologice ale aparatelor de măsurat electrice
2. Aparare de măsurat electrice (AME)	
- Descrierea generală a aparatelor de măsurat electrice. - Explicarea schemei generale și principiului de funcționare ale aparatelor de măsurat electrice. - Deducerea ecuației statice de transfer generale a aparatului de măsurat electric - Caracterizarea aparatelor de sistem magnetoelectric. - Caracterizarea aparatelor de sistem feromagnetic. - Caracterizarea aparatelor de sistem electrodinamic	2.1 Aparare de măsurat electrice (AME). Schema funcțională generală, principiul de funcționare. 2.2 Clasificarea, marcarea și părțile componente ale AME 2.3 Aparare de sistem magnetoelectric. Funcționarea, proprietățile de bază, domeniile de utilizare, prevenirea defectiunilor și remedieri. 2.4 Aparare de sistem feromagnetic și electrodinamic. Funcționarea, proprietățile de bază, domeniile de utilizare, prevenirea defectiunilor și remedieri.
3. Măsurarea mărimilor electrice	
- Explicarea schemelor de montaj în circuitele de măsurare cu ampermetre, voltmetre - Explicarea principiului de extindere a domeniului de măsurare la ampermetre și voltmetre - Distingerea metodelor de măsurare a rezistenței electrice. - Clasificarea metodelor de măsurare a puterii electrice - Descrierea metodelor de măsurare a energiei electrice în circuit de curent alternativ monofazat.	3.1 Metode de montare a ampermetrelor și voltmetrelor în circuite. 3.2 Metode de extindere a domeniului de măsurare la ampermetre și voltmetre 3.3 Metode de măsurare a rezistenței electrice 3.4 Metode de măsurare a puterii electrice 3.5 Metode de măsurare a energiei electrice în circuit de curent alternativ monofazat
4. Aparare și metode de măsurat electronice	
- Definirea noțiunii de aparat de măsurat digital - Explicarea schemei de structură și a schemei funcționale ale aparatului de măsură digital - Caracterizarea voltmetrelor digitale de curent	4.1. Voltmetre electronice digitale. Schema de structură și schema funcțională. 4.2. Generatoare de semnale. Generarea

continuu și alternativ.	frecvențelor joase.
- Explicarea principiilor de obținere a semnalelor în generatoarele de măsură de frecvențe: joasă, înaltă și ultraînaltă - Definirea noțiunii de osciloscop catodic. - Explicarea schemei funcționale a osciloscopului universal. - Descrierea construcției tubului cu raze catodice și a schemei de baleiaj ale osciloscopului catodic. - Explicarea principiului de obținere a bazei de timp în osciloscopul catodic. - Descrierea generală a osciloscoapelor multispot, multicanal și digital. - Măsurarea parametrilor electrici cu osciloscoape electronice - Explicarea schemelor funcționale și a principiilor de lucru ale frecvențmetrelor și fazmetrelor digitale.	4.3. Osciloscopul catodic. Osciloscoape electronice digitale. Schema de structură și funcțională. 4.4. Metode de măsurare a parametrilor electrici cu osciloscoape electronice 4.5. Frecvențmetre electronice. Schema de structură și schema funcțională.

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total	Contact direct			Lucrul individual
			Teorie	Practică	Laborator	
1.	Elemente de metrologie generală	12	8	-	-	4
2.	Aparate de măsurat electrice (AME)	16	8	-	-	8
3.	Măsurarea mărimilor electrice	26	10	-	8	8
4.	Aparate și metode de măsurat electronice	21	9	-	2	10
	Total	90	35	-	10	45

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Elemente de metrologie generală			
1.1 Erori de măsurare	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
1.2 Etaloane	Rezumat scris	Prezentarea rezumatului	2 ore
2. Aparate de măsurat electrice (AME)			
2.1 Aparate de măsurat analogice indicatoare. Logometre și galvanometremagnetoelectrice	Prezentare	Derularea prezentării	2 ore
2.2 Aparate ferodinamice, aparate bimetalice	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2.3 Aparate cu redresor	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2.4 Aparate cu termocuplu	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
3. Măsurarea mărimilor electrice			
3.1 Măsurarea rezistenței electrice prin metode de punte.	Prezentarea	Derularea prezentării	2 ore
3.2 Măsurarea puterii electrice în circuite de curent alternativ de frecvență audio și radiofrecvență	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
3.3 Măsurarea energiei electrice în curent alternativ monofazat	Problemă	Rezolvarea problemei	2 ore
3.4 Instrumente virtuale utilizate în calitate de mijloace de achiziție și vizualizare a rezultatelor experimentului de măsurare	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4. Aparate și metode de măsurat electronice			
4.1. Multimetre electronice digitale moderne	Prezentarea	Derularea prezentării	2 ore
4.2. Generatoare de semnal funcționale, realizate prin mijloace soft	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4.3. Utilizarea plăcii Arduino Uno în măsurători electrice și electronice.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4.4. Instrument virtual DAQ – Arb.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4.5. Instrument virtual DAQ –	Prezentarea	Derularea	2 ore

Scope.		prezentării	
Total			30

VIII. Lucrările practice recomandate

No d/o	Unități de învățare	Denumirea lucrărilor de laborator	Nr. de ore
1.	3. Măsurarea mărimilor electrice	Măsurarea intensității curentului și tensiunii	2
		Măsurarea rezistenței electrice prin metoda indirectă cu ajutorul ampermetrului și voltmetrului	2
		Măsurarea puterii active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul wattmetrului electrodinamic	2
		Măsurarea energiei electrice active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul contorului de inducție	2
2.	4. Aparare și metode de măsură electronice	Măsurarea tensiunilor de curent continuu și alternativ cu voltmetru digital	2
Total			10

IX. Sugestii metodologice

Elementul de bază al disciplinei **Măsurări Electrice și Electronice** sunt competențele specifice ce trebuie formate și dezvoltate în procesul de instruire profesională. Pentru a atinge scopul propus, demersul didactic trebuie să întrunească două condiții:

1. *Organizarea activităților didactice,*
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 electrice (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 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, 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: 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 puterii electrice.
- Măsurarea energiei electrice.
- Măsurarea parametrilor diferitelor mărimi fizice.
- Determinarea caracteristicii amplitudine-frecvență.
- Determinarea parametrilor generatoarelor de semnal.
- Măsurări cu osciloscopul catodic/digital

Criteriile de evaluarea a produselor lucrărilor practice și de laborator:

- 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.

Pentru evaluarea finală, autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului asistat la calculator sau test scris.

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:

Nr. crt.	Denumirea resursei	Cant. (buc.)
1.	Voltmetru electromagnetic	1/elev
2.	Ampermetru electromagnetic	1/elev
3.	Wattmetru electrodinamic	1/elev
4.	Magazin de rezistențe etalon	2/elev
5.	Voltmetru electronic digital	1/elev
6.	Generator de măsură de joasă frecvență	1/elev
7.	Generator de măsură de înaltă frecvență	1/5 elev
8.	Osciloscop electronic catodic	1/5 elevi
9.	Osciloscop electronic digital	1/5 elevi
10.	Sursă de alimentare de curent continuu (de joasă tensiune)	1/elev
11.	Sursă de alimentare de curent alternativ	1/elev

XII. Resurse didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Eugenia Isac Măsurări electrice și electronice, clasele a X-a, Editura didactică și pedagogică, București 1996	Biblioteca	20
2.	Mihai Miron, Liliana Miron Măsurări electrice și electronice, Editura Academiei forțelor Aeriene „Henri Coandă”, Brașov 2003	Biblioteca	1
3.	E. Nicolau, Măsurări electrice și electronice, Editura didactică și pedagogică, București 1986	Biblioteca	1
4.	Emil Vremeră „Măsurări electrice și electronice”, MATRIX – ROM, București, 2002;	Biblioteca	20

5.	Ștefan Ababei, George Culea „Măsurări electrice și achiziții de date” Editura Tehnica - Info Chișinău 2003;	Biblioteca	20
6.	Cristian Mirescu, Florin Mareș, Laborator tehnologic, Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, București 2004	Biblioteca	1
7.	Cornelia Marcuță, Mihai Crețu „Măsurări electrice și electronice”; Editura Tehnica – Info ,Chișinău 2002;	Biblioteca	20
8.	Surse internet: www.didactic.ro www.scribd.com www.wikipedia.org www. biblioteca.regielive.ro www. cursuri-online.wikispaces.com	internet	