



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



"Aprob"

Directorul I.P. Centrul de Excelență
în Energetică și Electronică,

M. Barladean M. BARLADEAN

"20" martie 2023

Curriculumul disciplinar

F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice

Specialitatea: 71420 – Automatizarea proceselor tehnologice
Calificarea: 311411 - Tehnician automatizare a proceselor de producție

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:

Iurie ȚARĂLUNGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic unu, I.P. CEEE
Veaceslav CEAUȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, I.P. CEEE

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAȘ

"20" martie 2023

Recenzenți:

1. Sergiu GAUGAȘ, director tehnic asociația „RENAM”
2. Denis ȚAPOTEI, metrolog șef "Aparate, control, măsurări și automatizări"
Fabrica SA „Bucuria

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. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	<i>12</i>

I. Preliminarii

Curriculumul disciplinar la unitatea de curs **Măsurări electrice și electronice** este elaborat conform Planului de învățământ, semnat prin Ordinul Ministerului Educației nr. SC – 37/22 din 27.07.2022; curriculumul este destinat pentru a fi utilizat la specialitatea **71420 – Automatizarea proceselor tehnologice** cu frecvență la zi.

Scopul curriculumului constă în cunoașterea profundă a principiului de funcționare ale aparatelor de măsurat electrice și electronice, performanțe metrologice, domeniul de utilizare ale acestora, modul de conectare ale aparatelor în circuit; cunoașterea metodelor de efectuare a măsurătorilor și de apreciere a rezultatelor măsurătorilor, familiarizarea cu echipamentele și tehnicile moderne de achiziție a informației de măsurare.

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

- Matematica.
- Fizica.
- F.01.0.009 - Materiale și componente pasive.
- F.02.0.010 - Electrotehnică.

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 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 a acestora.

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

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				
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
III	90	46	14	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. 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 terminologie - Procesul și metodele de măsurare - Definirea erorii de măsurare - Clasificarea erorilor de măsurare - Caracteristicilor metrologice ale aparatelor de măsurat electrice 	<ul style="list-style-type: none"> A1. Identificarea mărimii electrice A2. Respectarea etapelor procesului de măsurare A3. Identificarea erorilor de măsurare a aparatelor de măsură A4. Calcularea erorilor de măsurare a aparatelor de măsură A5. Utilizarea corecțiilor a aparatelor de măsură A6. Evaluarea calităților de verificare metrologice a aparatelor de măsură
2. Aparate de măsurat electrice (AME)		
<i>UC2.</i> Selectarea și utilizarea aparatelor de măsură după principiul de funcționare, proprietăți și caracteristici metrologice ale acestora.	<ul style="list-style-type: none"> - Schema funcțională generală - Principiul de funcționare - Clasificarea, marcarea, structura și elementele constructive comune ale aparatelor de măsurat electrice 	<ul style="list-style-type: none"> A7. Identificarea aparatelor de măsură și control pentru mărimi electrice A8. Identificarea elementelor constructive a aparatelor de măsurat electromecanice A9. Citirea marcajelor de pe cadranul a aparatelor de

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - Construcția, fenomenul fizic al funcționării, proprietățile, domeniile de utilizare, prevenirea defectiunilor și remedieri ale aparatelor: de sistem: - magnetoelectric, - magnetoelectric cu redresor, - feromagnetic, - electrodinamic, - electrostatic și de inducție. 	<p>măsurat electromecanice</p> <p>A10. Identificarea construcției aparatelor: magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor, electrostatice și de inducție</p> <p>A11. Utilizarea aparatelor magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, cu redresor, electrostatice și de inducție la efectuarea măsurărilor electrice de mărimi electrice</p>
3. Măsurarea mărimilor electrice		
<p>UC3. Aplicarea metodelor utilizarea aparatelor pentru măsurări în curent continuu și curent alternativ.</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 electrice, - capacității electrice. - factorului de calitate. - frecvenței industriale. - energiei electrice în circuite de curent alternativ monofazat 	<p>A12. Identificarea aparatului de măsură pentru măsurarea curentului și tensiunii electrice</p> <p>A13. Conectarea și extinderea domeniului de măsură ampermetrului și voltmetrului în circuit</p> <p>A14. Identificarea, selectarea, utilizarea și conectarea aparatelor și metodelor utilizate în măsurarea: rezistenței, impedanței, puterii electrice, frecvenței, energiei electrice.</p>
4. Aparat de măsură electronice		
<p>UC4. Utilizarea tehnicilor de măsurare digitală pentru determinarea, monitorizarea mărimilor electrice și radiotehnice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Schema de structură generală - Părțile componente - Principiul de funcționare - Clasificarea echipamentului de măsurare electronic - Proprietățile aparatelor de măsurat electronice - Parametrii metrologici de bază ale a aparatelor de măsurat 	<p>A15. Identificarea aparatelor de măsură digitale</p> <p>A16. Utilizarea aparatelor de măsură digitale în tehnica modernă</p> <p>A17. Identificarea mijloacelor de măsurare moderne, bazate pe</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	electronice destinate: a) măsurării parametrilor semnalelor radiotehnice și a spectrului; b) Măsurării parametrilor dipolilor și cuadripolilor; c) generării semnalelor radiotehnice de testare.	

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	14	6	-	4
2.	Aparate de măsurat electrice (AME)	16	8	-	8
3.	Măsurarea mărimilor electrice	20	10	4	8
4.	Aparate de măsură electronice	40	22	10	10
	Total	90	46	14	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	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămâna 1
1.2 Etaloane	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămâna 2
2. Aparate de măsurat electrice (AME)			
2.1 Aparate de măsurat analogice indicatoare. Logometre și galvanometre magnetoelectrice	Prezentare	Derularea prezentării	săptămâna 3

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
2.2 Aparate ferodinamice, aparate bimetalice	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 4
2.3 Aparate cu redresor	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 5
2.4 Aparate cu termocuplu	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 6
3. Măsurarea mărimilor electrice și magnetice			
3.1 Măsurarea rezistenței electrice prin metode de punte.	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 7
3.2 Măsurarea puterii electrice în circuite de curent alternativ de frecvență audio și radiofrecvență	Studiu de caz	Prezentarea studiului	săptămâna 8
3.3 Măsurarea energie electrice în c.a. monofazat	Problemă	Rezolvarea problemei	săptămâna 9
3.4 Instrumente virtuale utilizate în calitate de mijloace de achiziție și vizualizare a rezultatelor experimentului de măsurare	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 10
4. Aparate de măsură electronice			
4.1 Multimetre electronice digitale moderne	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 11
4.2. Generatoare de semnal funcționale, realizate prin mijloace soft	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 12
4.3 Utilizarea plăcii Arduino Uno în măsurători electrice și electronice.	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 13
4.4 Instrument virtual DAQ – Arb.	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 14
4.5 Instrument virtual DAQ – Scope.	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Măsurarea rezistenței electrice prin metoda ampermetrului și voltmetrului
2. Măsurarea puterii active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.
3. Măsurarea tensiunilor variabile cu voltmetru numeric.
4. Măsurarea parametrilor semnalelor de ieșire a generatoarelor de frecvență joasă.
5. Măsurarea frecvențelor audio prin metode bazate pe osciloscopul catodic.
6. Urmărirea formei semnalelor periodice, măsurarea tensiunilor, intervalelor de timp cu ajutorul osciloscopului digital.
7. Aplicații de achiziție/generare a semnalului audio (controlul intrărilor/ieșirilor plăcilor de sunet).

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: 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 studiului 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

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
71420 – Automatizarea proceselor tehnologice

unitatea de curs **Măsurări Electrice și Electronice** acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorul curriculumului recomandă efectuarea examenului asistat la calculator în baza unui test electronic elaborat pe baza software oferite de tehnologiile informaționale.

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:

- Voltmetru
- Ampermetru
- Wattmetru
- Voltampermetru
- Magazie de rezistențe
- Voltmetru electronic digital
- Generator de măsură a semnalelor (de joasă și înaltă frecvență)
- Osciloscop electronic catodic
- Osciloscop electronic digital
- Frecvențmetru electronic
- Multimetru digital
- Punte de măsură universală
- Măsurător al factorului de calitate (Q- metru)
- Sursă de alimentare de curent continuu și alternativ (de joasă tensiune)
- Fire de conexiune

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	