



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

Aprob
Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,
Vrînceanu
2017

Curriculum la disciplina

F.05.O.015 Măsurări electrice și electronice

Specialitate: 71570 - Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: 311121 - Tehnician metrolog

Chișinău 2017

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autor:

1. Țarălungă Iurie, cadru didactic, grad didactic unu, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică.
2. Iliev Dumitru, cadru didactic, grad didactic doi, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică.
3. Tofănică Viaceslav, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică.

Aprobat de:

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

Director

Vasile VRÎNCEANU

V. Vrînceanu
27 Aprilie 2017



Recenzenți:

1. **Sergei CEAPA**, Vicedirector, Institutul Național de Metrologie.
2. **Teodor BÎRSA**, Șef Direcție Metrologie Legală, Institutul Național de Metrologie.

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>.

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>9</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>10</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>11</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii.....</i>	<i>12</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	<i>13</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 – 15/16 din 15.07.2016; curriculumul poate fi utilizat pentru specialitatea **71570 –Metrologie și certificarea conformității** 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; cunoașterea metodelor de efectuare a măsurărilor și de apreciere a rezultatelor măsurărilor.

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

- Matematica.
- Informatica.
- Fizica.
- 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 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	120	40	20	60	examen	4

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 - Definierea erorii de măsurare - Clasificarea erorilor de măsurare - Erorile și clasele de precizie ale aparatelor de măsurat electrice - 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

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
2. Aparate de măsurat electrice (AME)		
<p><i>UC2.</i> Selectarea și utilizarea aparatelor de măsură după principiul de funcționare, proprietăți 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, fenomenul fizic al funcționării, proprietățile, domeniile de utilizare, prevenirea defecțiunilor și remedieri a aparatelor: - 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 a aparatelor de măsurat electromecanice</p> <p><i>A9.</i> Citirea marcajelor de pe cadranul a 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		
<p><i>UC3.</i> 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. 	<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,</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - factorului de calitate. - frecvenței industriale. - energiei electrice în circuite de curent alternativ monofazat, 	<p>selectarea, utilizarea și conectarea aparatelor și metodelor utilizate în măsurarea:</p> <p>rezistenței, impedanței, puterii electrice, frecvenței, energiei electrice.</p>
4. Aparate de măsură electronice		
<i>UC4.</i> 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 a aparatelor de măsurat electronice. 	<p><i>A15.</i> Identificarea aparatelor de măsură digitale</p> <p><i>A16.</i> 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.	Elemente de metrologie generală	14	10	2	4
2.	Aparate de măsurat electrice (AME)	16	10	6	16
3.	Măsurarea mărimilor electrice	26	10	6	20
4.	Aparate de măsură electronice	40	30	6	20
	Total	120	60	20	60

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	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 3
2.2 Aparate fero-dinamice, 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 Măsurare a rezistenței electrice prin metoda de punte.	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 7
3.2 Măsurarea puterii în 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 Q-metrul analogic și numeric	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 10

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
4. Aparate de măsură electronice			
4.1 Multimetre electronice digitale	Prezentarea	Derularea prezentării	săptămâna 11
4.2. Generatoare de semnal funcționale	Referat	Prezentarea referatului	săptămâna 12
4.3 Automatizarea proceselor operative în osciloscopul catodic.	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. Calculul erorilor de fidelitate (aleatoare) după legea de repartiție Gauss la măsurări repetate identice.
2. Studiarea aparatelor de măsurat electrice.
3. Măsurarea rezistenței electrice prin metoda ampermetrului și voltmetrului
4. Măsurarea puterii active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.
5. Măsurarea tensiunilor variabile cu voltmetru numeric.
6. Măsurarea parametrilor semnalelor de ieșire a generatoarelor de frecvență joasă.
7. Măsurarea frecvențelor audio prin metode bazate pe osciloscopul catodic.
8. Urmărirea formei semnalelor periodice, măsurarea tensiunilor, intervalelor de timp cu ajutorul osciloscopului catodic.
9. Măsurarea parametrilor RLC și impedanțelor componentelor radio cu aparatul E7-11.
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:
3. *Elemente de metrologie generală:* explicația, observația, descrierea, SINELG, harta conceptuală, predarea reciprocă, studiu de caz, etc.
4. *Aparate de măsurat electrice (AME) :* explicația, demonstrația cu obiecte, simularea, demonstrația cu acțiuni, tehnici video, etc.
5. *Măsurarea mărimilor electrice și magnetice:* explicația, algoritmizarea, problematizarea, demonstrația cu mijloace tehnice, simularea, demonstrația cu acțiuni, tehnici video, demonstrații grafice, etc.
6. *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 timpul 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 **71750 – 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 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:

- Stand funcțional de electrotehnică generală
- 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. Resursele 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	Bibliotecă	20
2.	Электрические измерения под ред. В, Н ,Малиновского, М.;Энергоиздат,1982	Bibliotecă	30
3.	E. Nicolau, Măsurări electrice și electronice, Editura didactică și pedagogică, București1986	Bibliotecă	1
4.	Emil Vremeră „Măsurări electrice și electronice”, MATRIX – ROM, București, 2002;	Bibliotecă	20
5.	И. Ю. Заичик, Б. И. Заичик Практикум по электрорадиоизмерениям М.;Высш.шк.,1985	Bibliotecă	20
6.	S. Cristian Mirescu, Florin Mareș, Laborator tehnologic,Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, București 2004	Bibliotecă	20
7.	S. Cornelia Marcuță, Mihai Crețu „Măsurări electrice și electronice”; Editura Tehnica – Info , Chișinău 2002;	Bibliotecă	20
8.	Surse internet: www.didactic.ro www.scribd.com www.wikipedia.org www.biblioteca.regielive.ro www.cursuri-online.wikispaces.com	internet	