



MINISTERUL EDUCAȚIEI  
ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA



**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova**

**Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova**

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

**Î.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.**



**"Aprobat"**

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

Mariana BARLADEAN

"23" septembrie 2022

## **Curriculumul modular P.02.O.013 Măsurări electrice**

**Specialitatea: 71370 Rețele electrice**

**Calificarea: Tehnician electrician**

**Chișinău 2022**

**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova**

**Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova**

**I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică  
Î.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.**

**"Avizat"**

Șef secție "Învățământ dual",  
Camera de Comerț și Industrie

Elena MOVILEANU

"26" septembrie 2022

**"Coordonat"**

Country Manager Î.C.S. "Premier  
Energy Distribution" S.A.

Jose Luis GOMEZ PASCUAL

"26" septembrie 2022

## **Curriculumul modular P.02.O.013 Măsurări electrice**

**Specialitatea: 71370 Rețele electrice  
Calificarea: Tehnician electrician**

**Autori:**

1. Dmitri ILIEV, cadru didactic, grad didactic doi, I.P.CEEE
2. Lilia GRĂJDIAN, cadru didactic, grad didactic superior, I.P.CEEE

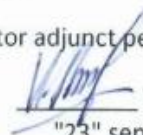
**Recenzent:**

Oleg CEVDARI, Manager distribuție sector Chișinău, Î.C.S. "Premier Energy Distribution" S.A.

**Aprobat de:**

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

Director adjunct pentru instruire

  
Virgil BANTAȘ  
"23" septembrie 2022

## 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>6</i>  |
| <i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>                            | <i>7</i>  |
| <i>VIII. Lucrările practice recomandate .....</i>                                | <i>7</i>  |
| <i>IX. Sugestii metodologice .....</i>                                           | <i>8</i>  |
| <i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>                 | <i>9</i>  |
| <i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii .....</i>     | <i>10</i> |
| <i>XII. Resurse didactice recomandate elevilor .....</i>                         | <i>10</i> |

## I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Măsurări electrice** este elaborat conform Planului de învățământ, semnat prin Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. SC – 05/18 din 24.07.2018; curriculumul poate fi utilizat pentru specialitatea **71370 – Rețele electrice** 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.

## 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 - 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 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 marimilor electrice.

#### IV. Administrarea modului

| Semestrul | Numărul de ore |                |                      |                          | Modalitatea de evaluare | Numărul de credite |
|-----------|----------------|----------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|
|           | Total          | Contact direct |                      | Ore de studiu individual |                         |                    |
|           |                | Prelegeri      | Practică/<br>Seminar |                          |                         |                    |
| II        | 90             | 18             | 48                   | 24                       | examen                  | 3                  |

#### V. Unitățile de învățare

| Unități de competență                                                                                                                        | Unități de conținut                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Abilități                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Elemente de metrologie generală</b>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>UC1.</i> Alegerea și utilizarea mijloacelor și metodelor de măsură în procesul de măsurare.                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principii și terminologie.</li> <li>- Procesul și metodele de măsurare.</li> <li>- Definirea erorii de măsurare</li> <li>- Clasificarea erorilor de măsurare.</li> <li>- Erorile și clasele de precizie aparaturilor de măsurat electrice.</li> <li>- Caracteristicilor metrologice ale aparaturilor de masurat electrice.</li> </ul>                                                                                            | <p>A1. Identificarea mărimii electrice</p> <p>A2. Respectarea etapelor procesului de măsurare</p> <p>A3. Identificarea erorilor de măsurare a apartelor de măsură</p> <p>A4. Calcularea erorilor de măsurare a apartelor de măsură</p> <p>A5. Utilizarea corecțiilor a aparaturilor de măsură</p> <p>A6. Evaluarea calităților de verificare metrologice a aparaturilor de măsură</p> |
| <b>2. Aparaturile de măsurat electromecanice (AME)</b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>UC2.</i> Selectarea și utilizarea aparaturilor de măsură după principiul de funcționare, proprietăți și domeniul de utilizare a acestora. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schema funcțională generală</li> <li>- Principiul de funcționare</li> <li>- Clasificarea, marcarea, structura și elementele constructive comune ale aparaturilor de măsurat electromecanice</li> <li>- Construcția, principiul fizic de funcționare, proprietățile, domeniile de utilizare, prevenirea defecțiunilor și remedieri a aparaturilor:</li> <li>- magnetoelectric,</li> <li>- magnetoelectric cu redresor,</li> </ul> | <p>A7. Identificarea aparaturilor de măsură și control pentru mărimi electrice</p> <p>A8. Identificarea elementelor constructive a aparaturilor de măsurat electromecanice</p> <p>A9. Citirea marcajelor de pe cadranul a aparaturilor de măsurat electromecanice</p> <p>A10. Identificarea construcției aparaturilor: magnetoelectrice, feromagnetice,</p>                           |

| Unități de competență                                                                                                            | Unități de conținut                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Abilități                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- feromagnetic,</li> <li>- electrodinamic,</li> <li>- electrostatic și de inducție.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>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 marimi electrice</p>                                                                                                                                         |
| <b>3. Măsurarea mărimilor electrice</b>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| UC3. Aplicarea metodelor și utilizarea aparatelor pentru măsurări în curent continuu și curent alternativ monofazat și trifazat. | <p>- Montarea și metodele de extindere a domeniului de măsurare a ampermetrului și voltmetrului în circuitul de măsurare</p> <p>Metodele de măsurare a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rezistenței electrice,</li> <li>- impedenței,</li> <li>- puterii electrice în c.c și c.a monofazat și trifazat,</li> <li>- frecvenței,</li> <li>- energiei electrice monofazat și trifazat în c.a.</li> </ul> | <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, impedenței, puterii electrice, frecvenței, energiei electrice.</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          | 6              | 2              | 2                 | 2                 |
| 2.       | Aparate de măsurat electromecanice (AME) | 20             | 4              | 10                | 6                 |
| 3.       | Măsurarea mărimilor electrice            | 64             | 12             | 36                | 16                |
|          | <b>Total</b>                             | <b>90</b>      | <b>18</b>      | <b>48</b>         | <b>24</b>         |

## VII. Studiu individual ghidat de profesor

| Materii pentru studiul individual                                                   | Produse de elaborat | Modalități de evaluare  | Termeni de realizare |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| <b>1. Elemente de metrologie generală</b>                                           |                     |                         |                      |
| Erori de măsurare                                                                   | Calculare           | Prezentarea calculelor  | săptămâna 1          |
| <b>2. Aparat de măsurat electromecanice (AME)</b>                                   |                     |                         |                      |
| Aparat de măsurat analogice indicatoare. Logometre și galvanometre magnetoelectrice | Mostră              | Prezentarea mostrei     | săptămâna 1          |
| Aparat ferodinamice, aparat bimetalice                                              | Mostră              | Prezentarea mostrei     | săptămâna 1          |
| Aparat universale complexe                                                          | Mostră              | Prezentarea mostrei     | săptămâna 1          |
| <b>3. Măsurarea mărimilor electrice</b>                                             |                     |                         |                      |
| Transformatoare de curent și de tensiune                                            | Raport              | Prezentarea raportului  | săptămâna 2          |
| Măsurarea rezistenței de izolație                                                   | Raport              | Prezentarea raportului  | săptămâna 3          |
| Măsurarea energie electrice în c.a monofazat                                        | Raport              | Prezentarea raportului  | săptămâna 3          |
| Măsurarea energie electrice activă și reactivă în c.a trifazat                      | Schemă              | Modalități de conectare | săptămâna 3          |

## 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 rezistenței prizei de pământ.
7. Măsurarea inductanțelor proprii prin metoda ampermetrului și voltmetrului.
8. Măsurarea puterii electrice în circuitele de curent continuu monofazat.
9. Măsurarea puterii electrice în circuitele de curent alternativ monofazat.
10. Măsurarea puterii active în circuite de curent alternativ monofazat cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.

11. Măsurarea puterii active în circuitele trifazate prin metoda a două wattmetre.
12. Măsurarea factorului de putere cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.
13. Măsurarea energiei electrice în curent alternativ monofazat.
14. Măsurarea energiei electrice active în curent alternativ trifazat.
15. Determinarea erorilor transformatorului de curent.
16. Determinarea erorilor transformatorului de tensiune.

## **IX. Sugestii metodologice**

Elementul de bază al unității de curs Măsurări Electrice 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, algoritmizarea, 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, 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: 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 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 inductanțelor.
- Măsurarea puterii electrice.
- Măsurarea energiei electrice.
- Determinarea erorilor transformatorului de curent.
- Determinarea erorilor transformatorului de tensiune.

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 71370 Rețele electrice, unitatea de curs Măsurări Electrice acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii 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:

- Standuri funcționale de electrotehnică generală
- Voltmetru
- Ampermetru
- Wattmetru
- Magazie de rezistențe
- Fire de conexiune

## **XII. Resurse didactice recomandate elevilor**

| <b>Nr. crt.</b> | <b>Denumirea resursei</b>                                                                               | <b>Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa</b> | <b>Numărul de exemplare disponibile</b> |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.              | E.Isac Măsurări electrice și electronice, clasele a X-a, Editura didactică și pedagogică, București1996 | Biblioteca                                                            | 160                                     |
| 2.              | Электрические измерения под ред.В,Н,Малиновского, М.;Энергоиздат,1982                                   | Biblioteca                                                            | 40                                      |
| 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                                                            | 10                                      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |    |
| 5. | И.Ю.Заичик, Б.И.Заичик Практикум по электрорадиоизмерениям М.;Высш.шк.,1985                                                                                                                                                                                                 | Biblioteca | 10 |
| 6. | S. Cristian Mirescu, Florin Mareş, Laborator tehnologic,Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, Bucureşti 2004                                                                                                                          | Biblioteca | 22 |
| 7. | S. Cristian Mirescu, Florin Mareş, Laborator tehnologic,Lucrări de laborator, cl. a XI-a, XII-a, Editura Economică Preuniversitară, Bucureşti 2004                                                                                                                          | Biblioteca | 22 |
| 8. | Surse internet:<br><a href="http://www.didactic.ro">www.didactic.ro</a><br><br><a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br><br><a href="http://www.wikipedia.org">www.wikipedia.org</a><br><br>www. biblioteca.regielive.ro<br>www. cursuri-online.wikispaces.com | internet   |    |