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" 09 2025

Curriculum la stagiul de practică

P.02.O.048 Practica la calculator

Programul de studii: **0713.7 Surse regenerabile de energie**

Calificarea: **0713.7.1 Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile**

Chișinău 2025

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului "Competențe pentru tranziția verde și dezvoltarea durabilă" implementat de Organizația Internațională a Muncii (ILO) în parteneriat cu Asociația Obștească "Educație pentru Dezvoltare" (AED) cu suportul financiar al Agenției Austriece de Dezvoltare (ADA) și al Fundației Servicii de Dezvoltare din Liechtenstein (LED)

Aprobat la:

Consiliul metodico-științific al I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică, proces-verbal nr. 1 din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică, proces-verbal nr.2 din 09 septembrie 2025, șef catedră Electrotehnică, Svetlana CECAN _____

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, Decan Facultatea Energetică și Inginerie electrică,

dr. ing. lect. Dumitru BRAGA _____ 17.10.2025
semnătura data

Autori:

1) Grigore TOFAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef secție didactică Electrotehnică, I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
2) Oleg CHITOROAGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic doi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
3) Leonid DAMIAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
4) Veaceslav CEAUȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Coordonatori de proces:

1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial unu, grad didactic superior
2) Oleg BURSUC, manager proiect "Competențe pentru tranziția verde și dezvoltarea durabilă", Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare"

Recenzenți:

1) Tudor PLUGARU, administrator, compania ECO DYNAMIC SRL
2) Ruslan Moisei, administrator, compania "Volt Master" SRL
3) Ion COJOCARI, administrator, compania S.R.L. DARCOM ENERGY

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic
http://www.ipt.md/ro/produse-educationale

Cuprins:

I. Preliminarii 4

II. Motivația, utilitatea stagiului de practică pentru dezvoltarea profesională 5

III. Copetențele profesionale și rezultatatele învățării 6

IV. Administrarea stagiului de practică 8

V. Repartizarea orientativă a orelor..... 8

VI. Sugestii metodologice.....12

VII. Sugestii de evaluare astagiului de practică..... 14

VIII. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării 15

IX. Resursele didactice recomandate elevilor..... 17

I. Preliminarii

Curriculumul la stagiul de practică *Practica de măsurări electrice și electronice* este elaborat în baza Standardului de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 104/2025, precum și în baza Planului de învățământ SC 03/25, aprobat prin Ordinul MEC nr.508 din 04 aprilie 2025, cu modificările ulterioare în baza ordinului MEC 768/2024 *Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar*. *Practica de măsurări electrice și electronice* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare 0713 Energetică și inginerie electrică și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0713.7 *Surse regenerabile de energie*.

Curriculumul la stagiul de practică *Practica de măsurări electrice și electronice* este o parte integrantă obligatorie a procesului educațional și se face în scopul formării/dezvoltării deprinderilor profesionale ale elevilor, specifice calificării profesionale. Stagiul de practică se desfășoară în atelierele instituției de învățământ.

Curriculumul la stagiul de practică *Practica de măsurări electrice și electronice* prevede asigurarea cunoștințelor despre tipurile și destinația aparatelor de măsură și control (AMC-uri) utilizate în demeniul electrotehnic și electronic, modul lor de conectare în circuitele electrice și electronice, interpretarea rezultatelor măsurărilor, determinarea și corecția erorilor de măsurare.

Obiectivele generale ale activităților practice sunt:

- consolidarea și sistematizarea cunoștințelor obținute în procesul studiului teoretic;
- familiarizarea cu diverse instrumente de măsurare utilizate în domeniul electric și electronic, cum ar fi osciloscopul, multimetrul, generatorul de semnal etc.;
- aplicarea tehnicilor de măsurare a parametrilor circuitelor, cum ar fi tensiunea, curentul, rezistența, capacitatea, inductanța etc.;
- aplicarea procedurilor de calibrare și etalonare a instrumentelor de măsură pentru asigurarea preciziei rezultatelor;
- dezvoltarea abilităților de a documenta și a raporta rezultatele măsurătorilor în mod precis și coerent;
- sensibilizarea la aspectele de siguranță (respectarea regulilor de siguranță asociate cu manipularea componentelor electrice și electronice.

Pe parcursul desfășurării stagiului de practică, maistrul instructor are responsabilitatea permanentă de a instrui și de a reaminti elevilor importanța respectării stricte a normelor de securitate, sănătate și igienă în muncă, precum și a reglementărilor privind prevenirea și stingerea incendiilor, asigurând astfel desfășurarea activităților practice într-un cadru sigur, conform legislației în vigoare și cerințelor profesionale din domeniu.

Pentru demararea procesului instructiv la stagiul *Practica de măsurări electrice și electronice* sunt necesare cunoștințele dobândite la fizică și la următoarele unități de curs:

F.01.O.009 Materiale și componente tehnice;

F.01.O.010 Desen tehnic în domeniu;

F.02.O.011 Conversia energiei din surse regenerabile;

F.02.O.012 Măsurări electrice și electronice;
F.03.O.013 Teoria circuitelor electrice;
F.03.O.014 Software în domeniu;
F.03.O.015 Electronica de putere;
F.04.O.016 Bazele teoretice ale electrotehnicii;
S.04.O.020 Aparate electrice și automatizări.

II. Motivația, utilitatea stagiului de practică pentru dezvoltarea profesională

Instalațiile și centralele care produc energie din surse regenerabile sunt formate din echipamente electrice și electronice ce trebuie să treacă prin teste riguroase după instalare, pentru a asigura conformitatea și performanța acestora. Aceleași cerințe se aplică și pe parcursul ciclului de viață al echipamentelor, deoarece, în timp, acestea pot suferi degradări care pot afecta eficiența, pot duce la defecțiuni tehnice și pot genera riscuri de siguranță. Monitorizarea și întreținerea periodică sunt esențiale pentru menținerea funcționării optime a acestora pe termen lung.

Testarea unui circuit electric și electronic necesită diverse măsurări cu ajutorul echipamentelor de testare (AMC-uri), în funcție de natura aplicației. Măsurarea parametrilor electrici în punctele de testare și verificare se face manual cu AMC-uri de diferite tipuri și clase de precizie. Măsurarea parametrilor echipamentului electric și electronic este un proces complex, care trebuie executat cu AMC-uri specializate la diferite etape de funcționare a echipamentelor electrice și electronice, cu materiale și echipamente speciale, utilizate după reguli stricte, bine stabilite. Cunoscând componentele instalațiilor de producere a energiei din surse regenerabile și respectând regulile de aplicare a acestora, tehnicienii pot executa măsurarea parametrilor electrici astfel încât echipamentul asamblat să-și îndeplinească funcțiile în conformitate cu documentația tehnică.

De altfel, una dintre marile probleme ale funcționării echipamentelor este măsurarea parametrilor cu AMC-uri nestandardizate/necalibrate, ceea ce îl induce în eroare pe tehnician cu privire la parametrii electrici ai componentelor. Această stare de fapt ne arată o dată în plus că tehnologiile de măsurare cu AMC-uri specializate sunt procese ce trebuie cunoscute bine și aplicate corect.

Astfel, practica de măsurări electrice și electronice va contribui semnificativ la formarea competențelor profesionale de montare, exploatare, întreținere a echipamentelor din instalațiile electrice, dar și de remediere a defecțiunilor, electrice, electronice și mecanice ale acestora.
În acest scop, stagiul de practică de măsurări electrice și electronice va asigura aprofundarea cunoștințelor și abilităților de măsurare a parametrilor tehnici de funcționare ai ustensilelor, ai echipamentelor și ai dispozitivelor, de preluare a informațiilor sau datelor specifice, precum și de înregistrare a acestora.

Practica de măsurări electrice și electronice este un stagiu de practică care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs, prevăzute în planul de învățământ:
S.05.O.021 Mașini și acționări electrice;
S.06.O.023 Montarea și mentenanța sistemelor fotovoltaice;
S.06.O.024 Centrale termice solare:
S.07.O.025 Montarea și mentenanța centralelor termice solare;

S.07.O.027 Centrale electrice eoliene;
S.07.O.025 Montarea și mentenanța centralelor electrice eoliene;
S.07.O.026 Instalații geotermale și pompe de căldură;
S.08.O.029 Montarea și mentenanța instalațiilor geotermale și pompe de căldură;
P.02.O.048 Practica la calculator;
P.06.O.051 Practica de exploatare;
P.07.O.052 Practica de specialitate: tehnologică;
P.08.O.053 Practica ce anticipează probele de absolvire (nr. 1);
P.08.O.054 Practica ce anticipează probele de absolvire (nr. 2).

III. Competențe profesionale și rezultate ale învățării

Curriculumul la stagiul de practică *Practica de măsurări electrice și electronice* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în Standardul de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, care, la rândul lor, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standardul ocupațional:

Rezultate ale învățării (RÎ) din standardul de calificare	Competențe profesionale (CP) din standardul ocupațional
RÎ2: Absolventul poate aplica prevederile normativelor și reglementărilor naționale și internaționale cu privire la SSM și protecția mediului în activitățile de instalare și mentenanță a IPESR.	**CP4.** Organizarea activităților cu respectarea normelor de SSM, securitate energetică și de protecție a mediului.
RÎ3. Absolventul poate elabora schița de amplasare a IPESR, argumentând decizia în funcție de tipul IPESR, rezistența mecanică a construcției, măsurările tehnice efectuate.	**CP2.** Analiza situației reale pe teren **CP3.** Participarea la elaborarea proiectului tehnic și devizului de cheltuieli
RÎ 6. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în fațiune și de mentenanță a sistemelor fotovoltaice (SFV) conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP8.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a centralei fotovoltaice solare **CP19.**Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.**Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 8. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în fațiune și de mentenanță a centralelor termice solare (CTS) conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP10.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a centralei termice solare **CP19.** Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.** Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 10. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în fațiune și de mentenanță a sistemelor de încălzire/răcire cu pompe de căldură conform proiectului tehnic,	**CP11.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a sistemelor de încălzire/răcire cu pompe de căldură

planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP19.** Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.** Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 12. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în funcțiune și de mentenanță a instalațiilor geotermale de mică adâncime (IGT) conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP14.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a centralei geotermale de mică adâncime **CP19.** Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.** Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 14. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în funcțiune și de mentenanță a centralelor electrice eoliene (CEE) conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP16.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a centralei electrice eoliene **CP19.** Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.** Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 17. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în funcțiune și de mentenanță a instalațiilor pe biogaz conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	**CP18.** Asigurarea procesului de demarare-reglare a centralei electrice, de capacitate mică, de producere a biogazului **CP19.** Documentarea procesului de predare-recepție a IPESR **CP20.** Organizarea lucrărilor de mentenanță a IPESR
RÎ 18. Absolventul poate executa lucrările de montare, testare, punerea în funcțiune și de mentenanță a instalațiilor pe biogaz conform proiectului tehnic, planului de mentenanță și instrucțiunile producătorului.	

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 2, 3, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 18, din Standardul de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, după efectuarea stagiului de practică *Practica de măsurări electrice și electronice*, elevul va fi capabil:

- să respecte normele de securitate și sănătate în muncă;
- să planifice etapele de executare a sarcinilor individuale și de echipă;
- să organizeze locul individual de muncă;
- să utilizeze limbajul tehnic specific procesului de măsurare;
- să opereze cu aparatele și instrumentele de măsurare;
- să efectueze montaje conform schemelor electrice și electronice de principiu;
- să determine clasele de precizie și caracteristicile metrologice ale aparatelor electrice și electronice de măsurat;
- să calculeze erorile după realizarea proceselor de măsurare;
- să interpreteze corect rezultatele măsurărilor electrice și electronice.

IV. Administrarea stagiului de practică

Semestru	Număr de ore	Forma de evaluare	Număr de credite
	Total ore		
IV	60	Prezentarea produselor	2

V. Repartizarea orientativă a orelor

Activități/Sarcini de lucru	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
A1. Instructajul introductiv. Etalonarea aparatelor de măsură a curentului și a tensiunii S1. Respectarea cerințelor instructajului cu privire la practica de măsurări electrice și electronice S2. Respectarea cerințelor instructajului privind tehnica securității în laboratoarele de instruire practică în lucrul cu aparatajul de măsură și control discret și virtual S3. Identificarea părților componente ale aparatelor de măsură și control din sistemul electromagnetic S4. Determinarea parametrilor metrologici de bază ai aparatelor din sistemul electromagnetic	Fișe de observație completate	Completarea fișelor din raportul de practică	6 ore
A2. Extinderea domeniului de măsurare al aparatelor de măsură în curent și tensiune S1. Determinarea rezistenței șunturilor S2. Determinarea rezistențelor adiționale S3. Efectuarea măsurărilor cu aparate cu domenii extinse în curent și tensiune S4. Determinarea erorilor, a valorilor de corecție și clasa de precizie a aparatelor fără și cu elemente de extindere a limitelor	Fișe de observație cu rezultatele experimentelor și ale calculelor	Prezentarea fișelor completate cu rezultatele măsurărilor în urma experimentelor	6 ore
A3. Măsurarea puterii, a intensității și a tensiunii în circuitele de curent alternativ cu ajutorul instalației K505 S1. Studierea instalației pentru măsurări combinate K505 S2. Efectuarea măsurărilor curenților cu ajutorul instalației K505 S3. Efectuarea măsurărilor tensiunilor cu ajutorul instalației K505	Scheme de conexiune Fișe cu rezultatele măsurărilor și cu calculele efectuate	Prezentarea schemelor și a fișelor experimentale	3 ore

S4. Efectuarea măsurărilor puterilor cu ajutorul instalației K505			
A4. Studierea și efectuarea măsurărilor cu voltmetre electronice analogice și digitale S1**.** Analiza schemelor de structură şi de principiu ale voltmetrelor electronice analogice S2. Pregătirea voltmetrelor electronice analogice de diferite tipuri S3. Măsurarea valorilor amplitudine şi efectivă a tensiunilor sinusoidale cu voltmetre electronice de diferite tipuri S4. Măsurarea tensiunii impulsurilor dreptunghiulare S5. Studierea schemelor de structură, de principiu şi a funcționării diferitor tipuri de voltmetre electronice digitale S6. Efectuarea măsurărilor cu voltmetre electronice digitale în circuite de curent continuu și alternativ (măsurarea rezistenței electrice)	Scheme de conexiune Fișe cu rezultatele măsurărilor și cu calcule	Prezentarea schemelor și a fișelor	6 ore
A5. Studierea și efectuarea măsurărilor cu ajutorul multimetrului digital Ф4800 S1. Studierea schemei de structură și de principiu a multimetrului digital Ф4800 S2. Studierea parametrilor de bază ai multimetrului digital Ф4800 S3. Efectuarea măsurărilor parametrilor semnalelor electrice cu multimetrul digital Ф4800 S4. Efectuarea măsurărilor parametrilor componentelor de circuit cu multimetrul digital Ф4800	Scheme de conexiune Fișe cu rezultatele măsurărilor și calcule	Prezentarea schemelor și a fișelor	6 ore
A6. Măsurarea parametrilor RLC prin metoda de punte și rezonanță S1. Studierea schemelor de structură şi de principiu ale punților de curent continuu, de curent alternativ şi universale S2. Măsurarea rezistenței electrice cu ajutorul punții de curent continuu MO-62 S3. Măsurarea parametrilor R, L, C la frecvenţe joase cu aparatul E7-4 Măsurarea parametrilor L, C la frecvenţe joase cu aparatul E9 S4. Determinarea erorilor parametrilor măsurați S5. Aprecierea calității piesei testate	Scheme de conexiune Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor și a fișelor	3 ore

A7. Măsurări singulare directe și indirecte cu măsurători virtuali S1. Alegerea tipului și gamei de măsurare a voltmetrului pentru măsurări singulare directe de la sursa de curent continuu S2. Pregătirea voltmetrului digital pentru efectuarea măsurărilor indirecte folosind divizorul de tensiune și elementul galvanic S3. Pregătirea milivoltmetrului electronic analogic pentru măsurarea tensiunii de la sursa de curent alternativ S4. Efectuarea măsurărilor directe și indirecte S5. Determinarea erorilor absolută și relativă	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A8. Prelucrarea și redarea rezultatelor măsurărilor singulare în prezența erorilor sistematice a măsurătorilor virtuali S1. Pregătirea voltmetrului magnetoelectric și efectuarea măsurării tensiunii electrice de la ieșirea sursei cu rezistență internă reglabilă S2. Pregătirea voltmetrului digital și efectuarea măsurării tensiunii electrice de la ieșirea sursei cu rezistență internă reglabilă S3. Deducerea concluziilor asupra acțiunii raportului dintre rezistența interioară a sursei și rezistența de intrare a voltmetrului S4. Determinarea erorilor: absolută și relativă instrumentală, absolută și relativă metodică. Stabilirea corecției	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și cu calcule	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și cu calcule	3 ore
A9. Determinarea erorilor voltmetrului digital virtual prin metoda măsurărilor directe S1. Pregătirea dispozitivului pentru verificarea voltmetrelor (ППВ) S2. Determinarea erorilor multimetrului digital (în calitate de voltmetru) în regim manual S3. Pregătirea dispozitivului digital pentru controlul și prelucrarea informației de măsurare S4. Determinarea erorilor multimetrului digital (în calitate de voltmetru) în regim automat	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore

A10. Determinarea erorilor voltmetrului electronic analogic virtual prin metoda de comparare S1. Pregătirea voltmetrelor etalon și de etalonat S2. Efectuarea măsurărilor tensiunii electrice alternative cu voltmetrele etalon și de etalonat S3. Determinarea erorilor absolută și relativă la diferite frecvențe	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A11. Măsurarea intensității curentului continuu cu măsurători virtuali S1. Pregătirea voltampermetrului magnetoelectric, a multimetrului digital și a magaziei de rezistențe S2. Efectuarea măsurărilor directe și indirecte ale intensității curentului continuu S3. Determinarea pragului de sensibilitate al ampermetrului analogic S4. Determinarea erorilor de măsurare	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A12. Măsurarea puterii în circuitele de curent continuu cu măsurători virtuali S1. Pregătirea aparatelor de măsură folosite în lucrare S2. Efectuarea măsurării puterii prin metoda indirectă în circuitele de curent continuu cu rezistențe mari S3. Efectuarea măsurării puterii prin metoda indirectă în circuitele de curent continuu cu rezistențe mici S4. Determinarea erorilor de măsurare	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A13. Măsurarea tensiunii în curent alternativ cu măsurători virtuali S1. Pregătirea aparatelor de măsură folosite în lucrare S2. Efectuarea măsurărilor tensiunilor de diferite frecvențe cu voltmetrele: electromagnetic, electrodinamic, electronic S3. Efectuarea măsurărilor diferitor valori ale tensiunii alternative de diverse forme S4. Analiza rezultatelor obținute	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore

A14. Măsurarea parametrilor tensiunii armonice cu ajutorul osciloscopului virtual S1. Pregătirea aparatelor de măsură folosite în lucrare S2. Efectuarea măsurărilor perioadei și frecvenței cu ajutorul osciloscopului virtual la schimbarea frecvențelor S3. Efectuarea măsurărilor defazajului prin metoda baleiajului S4. Efectuarea măsurărilor defazajului prin metoda figurilor Lissajous S5. Determinarea erorilor de măsurări	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A15. Măsurarea frecvenței și perioadei semnalelor electrice cu frecvențmetre virtuale S1. Pregătirea aparatelor de măsurat pentru lucrarea dată S2. Măsurarea frecvenței semnalului armonic cu frecvențmetrul cu rezonanță S3. Măsurarea frecvenței semnalului armonic cu frecvențmetrul digital S4. Măsurarea perioadei semnalului armonic cu frecvențmetrul digital S5. Determinarea erorilor de măsurare	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	Prezentarea schemelor, a fișelor cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor	3 ore
A16. Măsurarea rezistenței electrice active cu măsurători virtuali prin metode directe și indirecte S1. Pregătirea aparatelor de măsurat pentru lucrare S2. Efectuarea măsurărilor rezistențelor electrice active prin metoda directă S3. Efectuarea măsurărilor rezistențelor electrice active prin metoda de comparare S4. Determinarea erorilor de măsurare	Scheme de conexiune simulate Fișe cu rezultatele măsurărilor și ale calculelor Raport de practică	Prezentarea schemelor, a fișelor și a materialelor din raportul de practică	3 ore
Total ore			**60**

VI. Sugestii metodologice

Se recomandă desfășurarea stagiului *Practica de măsurări electrice și electronice* în atelierele din unitatea de învățământ, dotate conform recomandărilor precizate în standardul de calificare.

Activitățile și sarcinile de învățare prevăzute în prezentul curriculum sunt destinate pentru formarea și consolidarea abilităților de măsurare a valorilor parametrilor tehnici ai componentelor și circuitelor electronice conform documentației tehnice, folosind dispozitivele și AMC-urile necesare.

Strategii didactice

Pentru a atinge rezultate ale învățării care să contribuie la dezvoltarea competenţelor profesionale, strategiile didactice la *Practica de măsurări electrice și electronice* vor fi axate preponderent pe activizarea structurilor funcțional-acționare ale elevilor și pe exersarea potențialului psihofizic al acestora.

Metode didactice

Pentru dobândirea de către elevi a deprinderilor prevăzute, metodele de învățare-predare aplicate de cadrele didactice vor avea un caracter interactiv și centrat pe elev, cu pondere sporită pe activitățile de învățare, și nu pe cele de predare. Dat fiind caracterul practic al procesului de instruire, profesorul va selecta metode și tehnici didactice axate pe formarea aptitudinilor și deprinderilor praxiologice necesare. Astfel, se recomandă:

- aplicarea metodelor care activează toate tipurile de învățare (auditiv, vizual, practic) pentru transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, experimentul și lucrul individual) cu activitățile ce solicită efort colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei etc.;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii prin recurgere la modele concrete (de ex. măsurarea parametrilor componentelor cu multimetru);
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (de ex. utilizarea ghidurilor, a tutorialelor).

Pentru formarea și dezvoltarea abilităților profesionale, se recomandă următoarele activități de învățare:

- aplicarea ghidurilor de performanță;
- efectuarea exercițiilor de documentare;
- navigarea pe internet în scopul documentării;
- vizionări de materiale video;
- vizite de documentare la agenții economici.

Cadrele didactice au posibilitatea de a decide asupra numărului de ore repartizat pentru efectuarea sarcinilor de învățare în funcție de:

- dificultatea sarcinii;
- nivelul de cunoștințe anterioare al grupului instruit;
- complexitatea și varietatea materialului didactic utilizat;
- ritmul de asimilare a cunoștințelor și de formare a deprinderilor practice propriu grupului instruit.

Se recomandă diferențierea sarcinilor și a timpului alocat prin:

- gradarea sarcinilor de la ușor la dificil, utilizând în acest sens fișe de lucru;
- fixarea unor sarcini deschise, pe care elevii să le abordeze în ritmuri și la niveluri diferite;
- fixarea de sarcini diferite pentru grupuri sau indivizi diferiți în funcție de abilități;
- formarea de perechi de elevi cu aptitudini diferite care se pot ajuta reciproc.

Sarcinile individuale pentru lucrările de măsurare a parametrilor componentelor și circuitelor electronice vor fi descrise în ghidurile de performanță.

VII. Sugestii de evaluare a stagiului de practică

Pentru formarea viitorilor specialiști competenți, procesul didactic trebuie să fie axat atât pe dezvoltarea abilităților tehnice, cât și pe formarea atitudinii responsabile față de sarcina de muncă. Prin urmare, evaluarea abilităților practice în cadrul stagiilor de practică este esențială pentru a măsura performanța și a oferi feedback util pentru dezvoltarea ulterioară. Dar, la fel de importantă este și evaluarea respectării normelor etice și profesionale în timpul activităților practice, inclusiv siguranța la locul de muncă și respectarea standardelor industriei. Astfel, metodele și instrumentele recomandate pentru evaluarea abilităților practice și a aspectelor comportamentale sunt:

Observația directă: metodă care permite cadrelor didactice observarea directă a elevilor în timpul efectuării sarcinii practice. Această metodă permite observarea aspectelor tehnice, comportamentale, precum și a abilităților de comunicare și de gestionare a timpului.

Autoevaluare și evaluare reciprocă: metodă care solicită elevilor să se autoevalueze sau să se evalueze reciproc și care poate oferi o perspectivă suplimentară asupra abilităților practice. Este important să se ofere o orientare clară cu privire la criteriile de evaluare.

Evaluarea performanței în echipă: dacă activitățile practice implică lucrul în echipă, evaluarea performanței în echipă poate include criterii precum comunicarea eficientă, colaborarea și distribuirea echitabilă a sarcinilor.

Ghidul de performanță: instrument de evaluare care reprezintă o listă de verificare sau un set de criterii specifice care trebuie îndeplinite pentru a evalua abilitățile practice. Aceste criterii pot include pași specifici, calitatea rezultatelor, utilizarea corectă a instrumentelor și respectarea standardelor de siguranță.

Teste practice: instrument de evaluare a cunoștințelor și abilităților elevilor într-un mediu controlat. Aceste teste pot include activități de măsurare, depanare sau interpretare a schemelor electrice și electronice.

Produse recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării:

- aparate de măsurat calibrate;
- circuite electrice conectate;
- circuite electronice conectate.

Criteriile de evaluare ale produselor:

- Cerințele tehnice sunt respectate.
- AMC-urile sunt utilizate după destinație.
- Rezultatele măsurărilor corespund cu valorile tipice/standard.
- Rezultatele măsurărilor corespund cu valorile reale (în cazul circuitelor).
- Metodele aplicate la măsurări sunt relevante.
- Normele SSM sunt respectate.

VIII. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

Cerințele de amenajare și dotare ale atelierelor de practică

Pentru desfășurarea eficientă a practicii în domeniul măsurărilor electrice și electronice, atelierele trebuie să fie amenajate și dotate corespunzător, astfel încât să ofere un mediu sigur, modern și adecvat dezvoltării competențelor tehnice ale elevilor. Spațiul de practică trebuie să respecte normele de securitate și sănătate în muncă, precum și cerințele didactice privind învățarea aplicativă.

1. Cerințe de amenajare a spațiului

- Spațiu generos, bine iluminat natural și artificial, cu mese de lucru individuale sau pe grupe;
- Circuite electrice protejate, prize corespunzătoare pentru alimentarea echipamentelor de măsură;
- Pardoseală antistatică și rezistentă la uzură, pentru protecția componentelor electronice sensibile;
- Sisteme de ventilație și climatizare pentru menținerea unui mediu sigur și confortabil;
- Semnalizare clară a zonelor de risc și trasee de evacuare în caz de urgență.

2. Dotări tehnice obligatorii

- **Bănci de lucru** echipate cu surse de alimentare reglabilă (de curent continuu și alternativ);
- **Instrumente de măsură și control**: multimetre digitale, osciloscoape, generatoare de semnal, frecvențmetre, wattmetre;
- **Standuri și kituri de laborator** pentru măsurători electrice (rezistență, tensiune, curent, impedanță) și electronice (semnale analogice și digitale, circuite cu componente discrete sau integrate);
- **Panouri didactice modulare**, pentru montarea și testarea circuitelor electrice simple și complexe;
- **Truse de scule** pentru conexiuni electrice: clești, șurubelnițe izolate, aparate de tăiat și dezizolat cabluri, truse de sertizat;
- Echipamente de protecție: covorașe electroizolante, ochelari de protecție, mănuși electroizolante, trusă de prim ajutor.

3. Componenta digitală și virtuală

- Calculatoare sau stații de lucru echipate cu software de simulare și măsurare virtuală;
- Interfețe de achiziție date (DAQ) pentru conectarea circuitelor reale la platforme virtuale;
- Videoproiectoare sau table interactive pentru demonstrații și instruire.

4. Materiale didactice și documentație

- Scheme electrice și electronice, fișe de laborator, protocoale de măsurare și tabele de interpretare a datelor;
- Manuale tehnice ale aparatelor, cataloage de componente, ghiduri de utilizare a software-ului;
- Instrucțiuni afișate privind normele SSM și PSI, afișe cu simboluri electrice standardizate.

Un atelier de practică bine amenajat și complet dotat pentru măsurări electrice și electronice contribuie esențial la dezvoltarea competențelor tehnice ale elevilor, permițându-le să lucreze cu instrumente reale și virtuale, să interpreteze datele obținute și să aplice corect metodele de diagnosticare, control și analiză utilizate în domeniul electric și electronic.

Standardul de dotare a laboratoarelor/atelierelor

Descrierea narativă a resurselor necesare realizării rezultatelor învățării și a condițiilor specifice de utilizare/întreținere a acestora.

Suprafața totală a laboratorului – 70 m^2

Suprafața pentru un elev – 4,66 m^2

Numărul locurilor de lucru – 15

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea per elev
Echipament		
1.	Punte de curent continuu MO62	1/2 elevi
2.	Punte universală E7-4	1/2 elevi
3.	Măsurător E7-5A	1/2 elevi
4.	Măsurător E7-91	1/2 elevi
5.	Generator de joasă frecvență Г3-118	1/2 elevi
6.	Instalație de măsură K500	1/2 elevi
Mobilier și tehnică sanitară		
7.	Calculatoare (cu softul respectiv)	1
8.	Proiector sau TV	1
9.	Sistem audio	1
Instrumente și dispozitive		
10.	Reostat *ППБ-25Е*	1/2 elevi
11.	Potențiometru *ППБ-25Е*	1/2 elevi
12.	Set de sarcini (becuri cu incandescență)	1/2 elevi
13.	Set de rezistoare fixe	1/2 elevi
14.	Set de condensatoare fixe	1/2 elevi
15.	Magazie de rezistențe P33	1/2 elevi
16.	Magazie de capacități P513	1/2 elevi
17.	Bobină de inductanță etalon *P547*	1/2 elevi
18.	Sursă de alimentare de curent continuu АГАТ	1/2 elevi
19.	Voltampermetru din sistemul magnetoelectric M2044	1/1 elev
20.	Microampermetru din sistemul magnetoelectric	1/2 elevi
21.	Miliampermetru din sistemul magnetoelectric	1/2 elevi
22.	Voltmetru din sistemul magnetoelectric	1/2 elevi
23.	Voltmetru din sistemul electromagnetic Э59	1/1 elev
24.	Ampermetru din sistemul electromagnetic Э59	1/1 elev
25.	Voltmetru electronic analogic B3-38	1/2 elevi
26.	Voltmetru electronic analogic B3-39	1/1 elev
27.	Voltmetru electronic analogic al tensiunii de puls B4-12	1/2 elevi
28.	Multimetru electronic digital Ф4800	1/2 elevi
Inventar și ustensile		
29.	Cordoane electrice de legătură	10/1

IX. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată / accesată, resursa
1.	Instrucțiuni metodice pentru „Practica de măsurări electrice și electronice”.	Laboratorul de măsurări electrice și electronice, CEEE
2.	Cornelia Mărcuța, Mihai Crețu. Măsurări electrice și electronice. Teorie și probleme. Chișinău, Editura Tehnica-Info, 2002.	Biblioteca CEEE
3.	Eugenia Isac. Măsurări electrice și electronice. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1999.	Biblioteca CEEE
4.	Alina-Simona Băieșu. Tehnica reglării automate, București, Matrixrom, 2012.	Biblioteca CEEE
5.	Valeriu David. Măsurări electrice. Curs. Domeniul Inginerie energetică. Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iaşi, 2009.	Biblioteca CEEE
6.	Mihai Miron, Liliana Miron. Măsurări electrice și electronice, Brașov, Editura Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă”, 2003.	https://www.afahc.ro/ro/facultate/cursuri/mee.pdf
7.	Valeriu David. Măsurarea mărimilor electrice și neelectrice. Curs. Domeniul Inginerie energetică. Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iaşi, 2009.	http://iota.ee.tuiasi.ro/~demm/Cursuri%20David/Curs%20MMEN%20II.pdf
8.	V. Ceauș. LabVIEW: Practicum pentru bazele tehnologiilor de măsurări. Indicații metodice la practica de măsurări electrice și electronice asistate de calculator. CPTC, 2015.	Sală de instruire practică
9.	http://www.meo.etc.upt.ro/materii/cursuri/MEE/Curs.pdf	Internet
10.	http://www.afahc.ro/ro/facultate/cursuri/mee.pdf	Internet
11.	http://manualul.info/Masuri_X_XI_XII_91/Masuri_91.pdf	Internet
12.	Măsurări electrice și electronice. Manual pentru cl. XI. București, 1989.	Sală de instruire practică