Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN,
Directoarea IP Centrul de Excelență
în Energetică și Electronică;

"03" iunie 2024

Curriculumul stagiului de practică

P.04.O.003 Practica de măsurări electrice și electronice

Specialitatea: **0714.4 Electronică**

Calificarea: **0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică**

Chișinău 2024

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului „Consolidarea sistemului de învățământ profesional tehnic din Republica Moldova" (CONSEPT 5), cu sprijinul financiar al Fundației Liechtenstein Development Service (LED).

Aprobat la:

Consiliul metodico-ştiinţific al I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 22.11.2023, directoare **Mariana BARLADEAN** _____

Ședința Catedrei Electronică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 10.10.2023, șef catedră Electronică **Emil ȘEREMET** _____

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, **Nicolae ABABII**, conf. univ., dr., Prodecan al Facultății Calculatoare, Informatică şi Microelectronică _____

Autori:

1) Ion GRIGORAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire practică și de producere, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
2) Gheorghii ZVEZDENCO, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
3) Mihail MUNTEAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef Catedra de calculatoare, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
4) Emil ȘEREMET, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, șef Catedra de electronică, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
5) Lorina VLAS, profesor discipline de specialitate, grad didactic II, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Coordonatori de proces:

1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial doi, grad didactic superior
2) Aurelia VARTIC, manager proiect CONSEPT, Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare"

Recenzenți:

1) Ruslan CUNUP, administrator, STEINEL IMMOBILEN UND MANAGEMENT SRL
2) Alexandru MOTROI, director tehnic, Întreprinderea Tehnico-Științifică INFORMBUSINESS SRL

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. Finalități de învățare specifice stagiului de practică..... 5

IV. Administrarea stagiului de practică..... 6

V. Descrierea procesului de desfășurare a stagiului de practică 6

VI. Sugestii metodologice 8

VII. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării 9

VIII. Cerințe față de locurile de practică 10

IX. Resursele didactice recomandate elevilor 11

I. Preliminarii

Curriculumul stagiului de practică Practica de măsurări electrice și electronice este elaborat în baza Standardului de calificare *Tehnician/tehniciană în electronică*, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 1308/2023, precum și a Planului de învățământ, aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023, 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 profesională „Electronică și automatică" și face parte din componenta practica de inițiere în specialitate a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

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

Obiectivele generale ale activităților practice sunt:

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

Pe parcursul stagiului de practică, maistrul instructor este obligat să atenționeze, în mod permanent, elevii despre regulile tehnicii securității și protecției muncii.
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.02.O.008 Materiale, componente și circuite pasive
F.03.O.009 Electrotehnică
F.04.O.011 Măsurări electrice și electronice
F.04.O.012 dispozitive electronice

II. Motivația, utilitatea stagiului de practică pentru dezvoltarea profesională

Dispozitivele electronice și componentele din care sunt alcătuite trebuie să treacă teste stricte atunci când sunt produse și aduse pe piață în scopuri funcționale, legale și de siguranță. Acest lucru este valabil și pentru ciclul de viață al unui produs electronic, deoarece acesta poate degrada în timp, ducând la defecțiuni, rezultate mai scăzute și probleme de siguranță.

Testarea unui circuit 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 CVA (caracteristica volt-amperică) a componentelor electronice este un proces complex, care trebuie executat cu AMC-uri specializate la diferite etape de funcționare a componentelor electronice, cu materiale și echipamente speciale, utilizate după reguli stricte, bine stabilite. Cunoscând componentele electronice utilizate în echipamentele electronice și respectând regulile de utilizare a acestora, tehnicienii pot executa măsurarea parametrilor electrici astfel încât componentele electronice asamblate pe cablajul imprimat să-și îndeplinească funcțiile în conformitate cu documentația tehnică.

De altfel, una dintre marile probleme ale funcționării dispozitivelor 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.

Problematicile abordate, de măsurare a parametrilor componentelor electronice cu AMC-uri (de ex. ergonomia locului de muncă, protecția ESD și EOS, sănătatea și securitatea în muncă), fac ca efectuarea acestui stagiu să fie deosebit de utilă unui cerc larg de specialiști, fie că sunt viitori tehnicieni sau muncitori.

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.017 Microprocesoare și microcontrolere
S.07.O.018 Electronică industrială
S.07.O.019 Televiziune
S.07.O.021 Optoelectronică
S.07.O.022 Tehnologie electronică
S.08.O.024 Electronica de putere
S.08.O.025 Diagnosticarea și testarea echipamentelor electronice
S.08.O.026 Radiocomunicații
P.06.O.004 Practica de exploatare
P.07.O.005 Practica de specialitate tehnologică
P.08.O.006 Practica ce anticipează probele de absolvire (nr. 1)
P.08.O.007 Practica ce anticipează probele de absolvire (nr. 2)

III. Finalități de învățare specifice stagiului de practică

Stagiul de *Practica de măsurări electrice și electronice* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în Standardul de calificare *Tehnician/tehniciană în electronică*, care, la rândul lor, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standardul ocupațional. Astfel, la finalul stagiului de *Practica de măsurări electrice și electronice,* elevii vor fi capabili:

- 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 instrumentele de măsurare;
- să efectueze măsurări ale tensiunii, curentului într-un circuit electronic;
- să identifice parametrii-cheie (frecvența, perioada, amplitudinea semnalului) ai formelor de undă obținute cu ajutorul osciloscopului;
- să evalueze parametrii-cheie ai circuitelor electronice în urma măsurărilor;
- să genereze semnale de test pentru evaluarea răspunsului circuitelor electronice;
- să conecteze corect AMC-urile în punctele critice de măsurare;
- să prezinte graficele și rezultatele măsurărilor într-un mod clar;
- să documenteze rezultatele măsurătorilor în mod precis și clar, inclusiv condițiile de măsurare și erorile asociate.

IV. Administrarea stagiului de practică

Codul stagiului de practică	Denumirea stagiului de practică	Semestrul	Numărul de săptămâni	Numărul de ore	Perioada	Modalitatea de evaluare	Număr de credite
P.04.O.003	Practica de măsurări electrice și electronice	4	2	60	mai	Prezentarea produselor	2

V. Descrierea procesului de desfășurare a stagiului de practică

Activități/Sarcini de lucru	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Durata de realizare
A1. Instructajul introductiv. Sănătatea și securitatea la locul de muncă. Pregătirea locului de muncă S1. Respectarea cerințelor instructajului cu privire la practica de măsurări electrice și electronice S2. Respectarea cerințelor privind sănătatea și	Locul de muncă organizat ergonomic	Organizarea locului de muncă conform ghidului de performanță	4 ore

securitatea la locul de muncă S3. Respectarea igienei la locul de muncă S4. Acordarea primului ajutor (prin simulare) în caz de electrocutare și traumatisme S5. Organizarea ergonomică a locului de muncă S6. Asigurarea protecției ESD (descărcare electrostatică) și EOS (*Entrepreneurial Operating System* – Sistemul de Operare Antreprenorial) S7. Efectuarea controlului ESD și EOS			
A2. Măsurarea valorilor parametrilor tehnici ai componentelor electronice conform documentației tehnice, folosind AMC-uri din dotare S1. Identificarea aparatelor de măsură pentru măsurarea intensității curentului electric, tensiunii electrice, frecvenței, temperaturii S2. Măsurarea parametrilor rezistoarelor, condensatoarelor, inductanțelor, tranzistoarelor, diodelor și dispozitivelor logice S3. Alegerea domeniilor de măsurare pentru fiecare AMC S4. Asocierea mărimilor fizice cu unitățile de măsură corespunzătoare S5. Conectarea în circuit a AMC-urilor S6. Utilizarea documentației tehnice pentru executarea operațiilor de metrologie S7. Analizarea parametrilor și caracteristicilor componentelor electronice, utilizând un *curve tracer* (trasator de curbe)	Tabel completat cu valorile rezultatelor măsurărilor parametrilor tehnici ai componentelor electronice	Interpretarea rezultatelor măsurărilor din tabel	30 ore
A3. Utilizarea dispozitivelor și AMC-urilor necesare pentru verificarea mărimilor de intrare/ieșire, respectând cerințele tehnice S1. Utilizarea multimetrului digital pentru măsurarea tensiunii, curentului și rezistenței la intrarea unui circuit S2. Conectarea analizorului de spectru pentru analiza spectrului semnalelor în funcție de frecvență la intrarea unui circuit S3. Utilizarea generatorului de semnale pentru a furniza semnale de test la intrarea unui circuit S4. Conectarea AMC-urilor în punctele de test ale unui	Tabel completat cu valorile măsurărilor semnalului în diferite puncte de control într-un circuit electronic și reprezentarea formei acestor semnale	Prezentarea tabelului completat cu valorile măsurărilor semnalului; compararea acestora cu valorile tipice/standard; prezentarea formei semnalelor	26 ore

dispozitiv electronic pentru a măsura/vizualiza parametrii necesari, respectând cerințele tehnice și normele SSM: - multimetru; - ampermetru; - voltmetru; - osciloscop; - analizor de spectru. S5. Întocmirea raportului de analiză a măsurărilor, luând în vedere prospectele tehnice ale componentelor și dispozitivelor electronice			

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 potenţialului 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 rezultatelor învățării

Pentru formarea unor specialiști competenți, procesul didactic trebuie să fie axat atât pe dezvoltarea abilităților tehnice, cât și pe formarea atitudinii responsabile față de sarcina de muncă și de coechipieri. Prin urmare, evaluarea abilităților practice în cadrul stagiilor de practică este esențială pentru a măsura performanța și a oferi un feedback util pentru dezvoltarea ulterioară. La fel de importantă este 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 orientare clară cu privire la criteriile de evaluare.

Evaluarea performanței în echipă: dacă activitățile practice presupun 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 electronice.

Produse recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării:

- aparate de măsurat calibrate,
- 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. Cerințe față de locurile de practică

№	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent continuu	5
2.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent alternativ	5
3.	Voltmetru	1/elev
4.	Ampermetru	1/elev
5.	Wattmetru	1/elev
6.	Ohmmetru	1/elev
7.	Multimetru	1/elev
8.	LCR-metru	1/elev
9.	Sursă de alimentare reglabilă	1/elev
10.	Generator de frecvență	1/elev
11.	Osciloscop	1/elev
12.	Analizor de spectru	1/elev
13.	*Curve tracer* (trasator de curbe)	1/elev
14.	ESR-tester	1/elev
15.	Echipament de protecție	5 / elev
16.	Rezistențe	5/elev

17.	Bobine	5/elev
18.	Condensatoare	5/elev
19.	Diode	5/elev
20	Tranzistoare bipolare și cu efect de câmp	5/elev
21	Comutator multipozițional	5 / elev
22	Releu	5 / elev
23	Kituri pentru testare	5/elev

IX. Resursele didactice recomandate elevilor

№	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată sau accesată resursa	Număr de exemplare disponibile
1.	Instrucțiuni metodice pentru „Practica de măsurări electrice și electronice”.	Laboratorul de măsurări electrice și electronice, CEEE	15
2.	Cornelia Mărcuță, Mihai Crețu. *Măsurări electrice și electronice. Teorie și probleme*. Chișinău, Editura Tehnica-Info, 2002.	Biblioteca CEEE	7
3.	Eugenia Isac. *Măsurări electrice și electronice.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1999.	Biblioteca CEEE	10
4.	Alina-Simona Băieșu. *Tehnica reglării automate*, București, Matrixrom, 2012.	Biblioteca CEEE	2
5.	Valeriu David. *Măsurări electrice. Curs. Domeniul Inginerie energetică.* Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iaşi, 2009.	Biblioteca CEEE	2
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	