



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN,

Directoare I.P. Centrul de Excelență în Energetică și

Electronică



03 iunie 2024

Curriculum la disciplina

F.04.O.011 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” (CONCEPT 5), cu sprijinul financiar al Fundației Liechtenstein Development Service (LED).



Aprobat la:

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

Ședința Catedrei Electronice 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 și 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 CONCEPT, 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 disciplinei pentru dezvoltarea profesională	4
III. Finalități de învățare specifice disciplinei (CSD)	5
IV. Administrarea disciplinei	5
V. Unitățile de învățare.....	5
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările de laborator/practice recomandate	9
IX. Sugestii metodologice.....	10
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	11
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	13

I. Preliminarii

Curriculumul la disciplina **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*. Disciplina **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 fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul disciplinei **Măsurări electrice și electronice** constă în formarea cunoștințelor cu privire la structura internă și principiul de funcționare al aparatelor de măsurat electrice și electronice, domeniul lor de utilizare, modul de conectare în circuitele electrice, avantajele și dezavantajele aparatelor de măsură și control (AMC).

Pentru studierea conținuturilor la disciplina **Măsurări electrice și electronice** sunt necesare cunoștințele dobândite la *fizică*, precum și la următoarele unități de curs:

F.02.O.008 Materiale, componente și circuite pasive,

F.03.O.009 Electrotehnica.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la disciplina **Măsurări electrice și electronice** reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și performanțele ce trebuie atinse la disciplină, exprimate în termeni de rezultate ale învățării.

Prin studierea disciplinei **Măsurări electrice și electronice** se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- stimularea curiozității pentru investigarea unor fenomene sau procese;
- dezvoltarea gândirii autonome, critice și creative în domeniul tehnic;
- conștientizarea aplicării în practică a materiei studiate.

Măsurări electrice și electronice este una din disciplinele de bază care contribuie la formarea competențelor profesionale de utilizare a aparatelor de măsură și control, în mod special de conectare a AMC-urilor în circuitele electrice, de interpretare a rezultatelor măsurărilor, de determinare și corectare a erorilor de măsurare.

Disciplina **Măsurări electrice și electronice** creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:

F.04.O.012 Dispozitive electronice;

F.05.O.013 Circuite electronice;

F.06.O.014 Circuite digitale și analogice;

S.07.O.018 Electronica industrială;

S.07.O.019 Televiziune;

S.07.O.021 Optoelectronica;
 S.07.O.022 Tehnologie electronică;
 S.07.O.023 Software în specialitate;
 S.08.O.024 Electronica de putere;
 S.08.O.026 Radiocomunicații.

III. Competențe profesionale specifice disciplinei

Disciplina *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:

Rezultate ale învățării (RÎ) din standardul de calificare	Competențe profesionale (CP) din standardul ocupațional
RÎ3. Absolventul poate opera cu utilaje și aparate de măsură și control (AMC), respectând instrucțiunile din documentația tehnică.	CP3. Folosirea utilajelor, componentelor electronice și AMC-urilor

Pentru a atinge rezultatul învățării nr. 3 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea disciplinei *Măsurări electrice și electronice*, elevii vor fi capabili:

- să caracterizeze tipurile de AMC-uri;
- să explice destinația și principiul de funcționare al AMC-urilor;
- să verifice parametrii elementelor electronice, utilizând AMC-uri și respectând regulile de securitate electrică;
- să explice destinația și principiul de funcționare al utilajelor;
- să ajusteze parametrii utilajului în conformitate cu cerințele tehnice, respectând regulile SSM.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore					Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Studiu individual		
		Teorie	Practică	Laborator			
IV	90	44	-	16	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Aptitudini	Unități de conținut
1. Elemente de metrologie generală	
- Definirea procesului de măsurare	1.1. Procesul de măsurare. Tipuri și metode de măsurare

Aptitudini	Unități de conținut
- Distingerea tipurilor și metodelor de măsurare - Estimarea corectitudinii rezultatelor obținute în urma măsurărilor în funcție de clasa de precizie a aparatului de măsură - Operarea cu unitățile de măsură fundamentale și derivate - Distingerea multiplilor și submultiplilor unităților de măsură	1.2. Unități de măsură fundamentale și derivate
2. Aparare de măsură electromecanice (AME)	
- Clasificarea aparatelor de măsură electromecanice - Distingerea simbolurilor specificate pe cadranul AME - Enumerarea părților componente ale AME - Descrierea principiului de funcționare al AME	2.1. Clasificarea și marcarea AME 2.2. Elementele constructive ale AME
3. Aparare de măsură și control (AMC)	
- Diferențierea aparatelor de măsură în funcție de mărimile fizice sau electrice măsurate - Identificarea simbolurilor specificate pe carcasa aparatului de măsură - Enumerarea părților componente ale aparatelor de măsură - Descrierea principiului de funcționare al aparatelor de măsură - Specificarea parametrilor aparatelor de măsură - Conectarea aparatelor de măsură în circuitele electrice - Explicarea metodelor de extindere a domeniului de măsurare - Specificarea avantajelor și dezavantajelor aparatelor de măsură	3.1. Ampermetru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.2. Voltmetru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.3. Wattmetru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.4. Ohmmetru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare. Măsurarea rezistențelor cu punți de curent continuu 3.5. Multimetru digital. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.6. LCR-metru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.7. Testere ESR. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.8. Contor de frecvență. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 3.9. Senzori de temperatură. Structura,

Aptitudini	Unități de conținut
- Utilizarea AMC-urilor la măsurarea mărimilor fizice și electrice	principiul de funcționare, modul de utilizare
4. Generatoare de semnal	
- Distingerea generatoarelor de semnal în funcție de parametrii semnalelor generate - Identificarea simbolurilor specificate pe carcasa generatorului de semnal - Enumerarea părților componente ale generatorului de semnal - Descrierea principiului de funcționare al generatorului de semnal - Conectarea generatoarelor de semnal în circuitele electrice - Distingerea surselor de alimentare reglabile - Conectarea surselor de alimentare reglabile	4.1. Generatoare de frecvență. Clasificarea generatoarelor. Principiul de funcționare 4.2. Surse de alimentare reglabile. Clasificarea
5. Analizoare de semnal	
- Descrierea parametrilor semnalelor electrice analogice și digitale - Diferențierea caracteristicilor elementelor pasive și active - Identificarea simbolurilor specificate pe carcasa analizoarelor de semnal - Enumerarea părților componente ale analizoarelor de semnal - Descrierea principiului de funcționare al analizoarelor de semnal - Conectarea analizoarelor de semnal în circuitele electrice	5.1. Osciloscop. Clasificarea, structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 5.2. Analizor de spectru. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 5.3. Analizor de rețea. Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 5.4. Trasor de curbă (<i>Curve tracer</i>). Structura, principiul de funcționare, modul de utilizare 5.5. Reglatoare PID (<i>proportional integral derivative</i>) 5.6. Analizor logic 5.7. Controler logic programabil (PLC)

VI. Repartizarea orientativa a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Laborator	
1.	Elemente de metrologie generală	8	4	-	4
2.	Aparate de măsură electromecanice (AME)	8	4	-	4
3.	Aparate de măsură și control (AMC)	38	18	8	12
4.	Generatoare de semnal	10	4	2	4
5.	Analizoare de semnal	26	14	6	6
	Total	90	44	16	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Elemente de metrologie generală		
1.1. Tipuri de măsurări întâlnite în practică 1.2. Decibelul – o unitate de măsură particulară	Investigația	- Definirea problemei investigate - Descrierea observațiilor - Interpretarea rezultatelor cercetării
2. Aparate de măsurat electromecanice (AME)		
2.1. Aparate magnetoelectrice și electromagnetice 2.2. Aparate electrodinamice și electrostatice	Investigația	- Definirea problemei investigate - Descrierea observațiilor - Interpretarea rezultatelor cercetării

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
3. Aparate de măsură și control (AMC)		
3.1. Voltmetre analogice 3.2. Voltmetre digitale 3.3. Ampermetru cu șunt multiplu 3.4. Domenii de utilizare a aparatelor de măsurat 3.5. Frecvențmetre 3.6. Măsurarea puterii electrice cu voltmetrul și ampermetrul 3.7. Domenii de utilizare a senzorilor de temperatură	Studiu de caz	Prezentarea problemei și argumentarea soluțiilor propuse
4. Generatoare de semnal		
4.1. Generatoare de frecvență joasă și de frecvență înaltă 4.2. Generatoare de impulsuri dreptunghiulare	Studiu de caz	Prezentarea problemei și argumentarea soluțiilor propuse
5. Analizoare de semnal		
5.1. Caracteristicile tehnice ale osciloscopului catodic 5.2. Osciloscop numeric 5.3. Analizor logic cu 8 canale	Studiu de caz	Prezentarea problemei și argumentarea soluțiilor propuse

Notă: Termenele de executare a studiului individual ghidat de profesor vor fi specificate în *Planul de lungă durată*.

VIII. Lucrările de laborator/practice recomandate

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore
1.	Aparate de măsură și control (AMC)	1. Măsurarea tensiunii electrice cu voltmetrul. Măsurarea intensității curentului electric cu ampermetrul. Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul	8

		2. Măsurarea tensiunii, a intensității și a rezistenței electrice cu ajutorul multimetrelor 3. Măsurarea inductanței bobinelor și a capacității condensatoarelor cu LCR-metrul 4. Măsurarea puterii electrice cu wattmetrul	
2.	Generatoare de semnal	5. Determinarea benzii de trecere a unui filtru RC	2
3.	Analizoare de semnal	6. Măsurarea parametrilor semnalelor electrice cu osciloscopul 7. Determinarea parametrilor elementelor pasive și active cu ajutorul unui trasor de curbă (<i>curve tracer</i>) 8. Conectarea analizorului logic în circuitele digitale	6
Total			16

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Măsurări electrice și electronice* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor, precum și de nivelul inițial de pregătire al acestora. Parcurgerea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau disciplina. Cadrele didactice vor repartiza timpul în funcție de gradul de dificultate al temelor, de strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi. Disciplina *Măsurări electrice și electronice* are o structură permeabilă, deschisă pentru a încorpora alte unități de învățare, care să formeze cunoștințe și abilități noi, solicitate pe piața muncii.

Strategii didactice

Pentru a atinge rezultate ale învățării care să contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale, strategiile didactice vor fi axate pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psihofizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație.

Metode didactice

În procesul de învățare vor fi aplicate metode didactice cu *funcție cognitivă* și *formativ-educativă*. *Metodele didactice cu funcție cognitivă* reprezintă calea de acces la cunoaștere. Prin intermediul acestor metode, elevul, sprijinit de profesor, descoperă lucruri noi, cercetează realitatea înconjurătoare, însușește cunoștințe și dobândește abilități cognitive.

Metodele didactice cu funcție formativ-educativă asigură exersarea și formarea priceperilor, a deprinderilor, a capacităților de cunoaștere și acțiune, contribuind la formarea și dezvoltarea personalității ca întreg. Prin aceste metode, profesorul influențează formarea unor atitudini, sentimente, interese, convingeri.

Totodată, în procesul de instruire, profesorul va aplica o abordare centrată pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luat în considerare stilul individual de învățare al fiecărui elev. Totodată, se recomandă îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului cu activitățile ce solicită efort colectiv (de echipă, de grup).

Astfel, în procesul didactic vor fi aplicate metode de predare interactive, care asigură o învățare dinamică, formativă, motivațională, ceea ce contribuie la dobândirea cunoștințelor de specialitate, precum și la formarea priceperilor și deprinderilor.

Pentru lecțiile de laborator se vor selecta metode activ-participative în scopul dezvoltării la elevi a abilităților necesare. Cele mai indicate metode sunt: instruirea programată, algoritmizarea, simularea, oferind posibilitatea de ghidare a activității elevului în bază de situații practice.

Metodele utilizate la executarea sarcinilor propuse pentru *studiul individual ghidat de profesor* permit adaptarea la tempoul de învățare individual. *Investigația* stimulează creativitatea, flexibilitatea gândirii, capacitatea de concentrare a atenției și de cooperare în echipă, încrederea în în propria judecată și în forțele proprii, contribuie la dezvoltarea capacităților de argumentare și gândire logică. Metoda *studiului de caz* valorifică o situație-problemă reală, care este analizată și rezolvată. Avantajul metodei respective constă în faptul că fiecare elev își va aduce aportul la analiza și rezolvarea problemei.

În procesul de executare a *lucrărilor de laborator*, accentul va fi pus pe îndeplinirea cu exactitate și la timp a sarcinilor de lucru. Realizarea proiectelor în cadrul activităților practice va urmări dezvoltarea nu numai a abilităților individuale, dar și a celor de lucru în echipă.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe rezultatele învățării presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor, spre stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, oferind un feedback continuu, fapt ce permite evidențierea succeselor, dar și corectarea operativă a procesului de învățare.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, cadrul didactic, înainte de a începe evaluările, va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de efectuare a fiecărei evaluări.

Evaluarea curentă/formativă se va face prin diverse metode:

- observarea comportamentului elevului;
- discuția/conversația;
- autoevaluarea;
- evaluarea în grup.

Prin evaluarea curentă/formativă, cadrul didactic informează elevul despre nivelul de performanță, îl motivează să depună efort pentru dobândirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se face la finele studierii unității de învățare în baza simulării în atelier a unei situații-problemă din contexte profesionale variate, care solicită elevului demonstrarea

cunoștințelor și aptitudinilor 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 executat de către elev.

În calitate de sarcini pentru măsurarea rezultatelor învățării se vor folosi după caz:

- citirea și marcarea elementelor constructive ale aparatelor electromecanice.
- măsurarea intensității curentului electric;
- măsurarea tensiunii electrice;
- măsurarea rezistenței electrice;
- măsurarea puterii electrice;
- măsurarea energiei electrice;
- măsurarea parametrilor mărimilor fizice;
- determinarea caracteristicii amplitudine-frecvență;
- determinarea parametrilor generatoarelor de semnal;
- măsurări cu osciloscopul catodic/digital.

Criteriile de evaluare a produselor lucrărilor practice și de laborator sunt:

- 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.

Pentru evaluarea sumativă la disciplina *Măsurări electrice și electronice*, autorii curriculumului recomandă efectuarea unui examen asistat la calculator sau sub formă de test scris.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va prezenta *portofoliul* completat cu produsele studiului individual, prin care se evaluează experiența de învățare individuală a elevului;
- va efectua toate *lucrările de laborator*, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de utilizare corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor în vederea executării sarcinilor.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Nr. crt.	Denumirea resursei	Număr (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1/elev
2.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent continuu	10
3.	Standuri funcționale compuse din circuite de curent alternativ	10
4.	Rezistențe	5/elev

5.	Inductanțe	5/elev
6.	Condensatoare	5/elev
7.	Voltmetru	10
8.	Ampermetru	10
9.	Wattmetru	10
10.	Ohmmetru	10
11.	Multimetru	10
12.	LCR-metru	10
13.	Sursă de alimentare reglabilă	10
14.	Generator de frecvență	10
15.	Osciloscop	10
16.	<i>Curve tracer</i>	10
17.	Analizor logic	10

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată sau accesată resursa
1.	L. Curoșu, <i>Suport de curs. Măsurări electrice și electronice</i> . (Format electronic).	Bibliotecă
2.	L. Curoșu, <i>Îndrumar pentru lucrări de laborator la „Măsurări electrice și electronice”</i> . (Format electronic).	Bibliotecă
3.	C. Mărcuță, M. Crețu, <i>Măsurări electrice și electronice: Teorie și probleme</i> , Chișinău: Tehnica-Info, 2002.	Bibliotecă
4.	Eugenia Isac, <i>Măsurări electrice și electronice</i> , București, Editura Didactică și Pedagogică, 1999.	Bibliotecă
5	Alina-Simona Băieșu, <i>Tehnica reglării automate</i> , București, Matrixrom, 2012.	Bibliotecă
6	Valeriu David, <i>Măsurări electrice. Curs</i> . Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași, 2009.	Bibliotecă

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată sau accesată resursa
7	Mihai Miron, Liliana Miron, <i>Măsurări electrice și electronice</i> , Braşov, Editura Academiei Forţelor Aeriene „Henri Coandă”, 2003.	https://www.afahc.ro/ro/facultate/cursuri/mee.pdf
8	Valeriu David, <i>Măsurarea mărimilor electrice și neelectrice</i> , Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iaşi, 2009.	http://iota.ee.tuiasi.ro/~demm/Cursuri%20David/Curs%20MMEN%20II.pdf