



„Aprob”

Mariana BARLADEAN,

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

"23" septembrie 2023



Curriculum la modulul

S.07.O.020 Elemente și echipamente în automatizări

Specialitatea: 71420 – Automatizarea proceselor tehnologice

Calificarea: 311927 – Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție

Chişinău 2023

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 metodic științific al I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 23 septembrie 2023, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei „Automatizări” a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 5 septembrie 2023, șef de catedră, Veaceslav CEAUȘ _____

Autori:

- 1) Veaceslav CEAUȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef Catedra de automatizări, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 2) Virgil BANTAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, director adjunct pentru instruire, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 3) Iurie ȚĂRĂLUNGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic unu, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 4) Serghei TINCOVAN, profesor discipline de specialitate, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 5) Veaceslav TOFĂNICĂ, profesor discipline de specialitate, 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 5, Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare”

Recenzenți:

- 1) Sergiu GAUGAȘ, director tehnic, Asociația „RENAM”
- 2) Denis ȚAPOTEI, metrolog-șef aparate, control, măsurări și automatizări, Fabrica SA „Bucuria”

Redactor:

Lilia TOMA

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

I. Preliminarii	4
II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională.....	4
III. Finalități de învățare specifice modulului.....	5
IV. Administrarea modulului	5
V. Unitățile de învățare.....	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice și de laborator recomandate	10
IX. Sugestii metodologice.....	11
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării	12
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	13
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	13

I. Preliminarii

Curriculumul la modulul *Elemente și echipamente în automatizări* este elaborat în baza *Standardului de calificare Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, aprobat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova prin Ordinul nr. 1312/2023, și a Planului de învățământ aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023. Unitatea de curs *Elemente și echipamente în automatizări* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională *Electronică și automată* și face parte din componenta de specialitate a planului de învățământ la specialitatea 71420 *Automatizarea proceselor tehnologice*.

În implementarea sistemelor automatizate de control în cadrul unui proces tehnologic, este necesară utilizarea adecvată a tuturor elementelor componente din sistemul elaborat, în special a senzorilor și traductoarelor de măsurare. Un rol important în elaborarea și implementarea sistemelor automatizate îl are selectarea elementelor de acționare, releelor și amplificatoarelor magnetice, care permit îndeplinirea unor sarcini dificile pentru operatorul uman.

Astfel, scopul modulului *Elemente și echipamente în automatizări* este formarea la elevi a cunoștințelor despre construcția și principiul de funcționare al senzorilor și traductoarelor, despre cerințele de asigurare a fiabilității și a funcționării sigure ale acestora, ceea ce contribuie la sporirea performanțelor procesului tehnologic.

Studierea acestui modul se bazează pe cunoștințele și abilitățile acumulate în cadrul următoarelor unități de curs:

- F.01.O.010 Materiale și componente pasive;
- F.02.O.011 Electrotehnică;
- F.03.O.012 Măsurări electrice și electronice;
- F.04.O.013 Dispozitive electronice și microelectronice;
- F.05.O.014 Mașini, micromașini și acționări electrice;
- F.06.O.015 Analiza și sinteza circuitelor numerice;
- F.07.O.016 Circuite integrate analogice și digitale;
- F.07.O.017 Securitatea și sănătatea în muncă;
- S.05.O.018 Electronică analogică;
- S.06.O.019 Tehnica impulsurilor.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs *Elemente și echipamente în automatizări* contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale de identificare, selectare, cercetare a senzorilor și a traductoarelor utilizate în implementarea sistemelor de control automate, precum și de identificare și aplicare a resurselor tehnice existente pentru sporirea calității și performanțelor sistemului automat elaborat.

La această unitate de curs elevul însușește caracteristicile de bază ale elementelor componente din care sunt alcătuite sistemele semiautomate și automate. Totodată, elevul se familiarizează cu domeniile de utilizare, principiile de funcționare, schemele de conexiune și metodele de

întreținere a elementelor de acționare automatizată. Cunoștințele și abilitățile dobândite vor facilita accesarea în cariera profesională conform calificării.

La rândul său, unitatea de curs *Elemente și echipamente în automatizări* servește ca bază pentru studierea următoarelor unități de curs:

S.08.O.023 Sisteme de reglare automată;

S.08.O.027 Automatizarea proceselor de producție în industrie;

P.07.O.051 Practica tehnologică;

P.07.O.052 Practica ce anticipează probele de absolvire.

III. Finalități de învățare specifice modulului

Modulul *Elemente și echipamente în automatizări* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, 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
RÎ5. Absolventul poate verifica parametri nominali (etalon) și reali ai componentelor, echipamentelor din sistemele automate în corespundere cu normele de exploatare și/sau specificațiile tehnice.	CP4. Aplicarea instrucțiunilor de exploatare și a specificațiilor din documentația tehnică
RÎ10. Absolventul poate propune idei/recomandări de modernizare a sistemelor automate, a obiectelor din dotare/exploatare.	CP11. Contribuirea la modernizarea tehnologică

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 5 și 10 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, după studierea modulului *Elemente și echipamente în automatizări* elevii vor fi capabili:

- să analizeze elementele componente utilizate în elaborarea și implementarea sistemelor semiautomate și automate;
- să aplice senzori și traductoare în schemele de automatizare;
- să efectueze încercări ale schemelor cu relee de comutație;
- să aplice scheme cu amplificatoare magnetice;
- să gestioneze scheme de acționare cu selsine.

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore					Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Studiu individual		
		Teorie	Practică	Laborator			
VII	120	40	6	14	60	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Elemente ale sistemelor automate (6 ore)		
RÎ1. Analizarea elementelor componente utilizate în elaborarea și implementarea sistemelor semiautomate și automate	1.1. Elementele componente utilizate în sistemele de control 1.2. Sisteme de control semiautomate 1.3. Sisteme de control automate	1. Identificarea elementelor componente ale sistemelor automate 2. Explicarea principiului de funcționare al elementului component din sistemul automat 3. Distingerea mărimilor și caracteristicilor specifice senzorilor și traductoarelor analizate 4. Distingerea senzorilor și traductoarelor frecvent utilizate în funcționarea sistemelor automate 5. Schițarea schemelor de conectare necesare
2. Senzori și traductoare (8 ore)		
RÎ2. Aplicarea senzorilor și traductoarelor în schemele de automatizări	2.1. Generalități despre senzori și traductoare 2.2. Elemente constructive, caracteristicile și domeniile de utilizare ale senzorilor și traductoarelor 2.3. Traductoare rezistive, inductive și capacitive 2.4. Scheme de conexiune cu senzori și traductoare pasive (parametrice)	1. Descrierea principiului de conversie al mărimilor detectate specifice senzorilor și traductoarelor: rezistive, inductive, capacitive 2. Identificarea criteriilor de selectare a senzorilor și a traductoarelor enumerate 3. Identificarea domeniilor de aplicație specifice tipului de senzor și de traductor analizat 4. Enumerarea avantajelor și dezavantajelor utilizării senzorilor și traductorilor 5. Elaborarea schemelor necesare 6. Conectarea senzorilor și traductoarelor în sisteme semiautomate și automate 7. Verificarea funcționării corecte a circuitelor cu senzori și traductori

3. Elemente de comutație cu relee (8 ore)		
RÎ3. Încercarea schemelor cu relee de comutație	3.1. Generalități despre releele electromagnetice 3.2. Particularitățile constructive și de lucru ale releele de curent alternativ 3.3. Relee cu polarizare. Relee electrodinamice și inductive 3.4. Echipamente de comutație cu relee	1. Conectarea releele electromagnetice cu polarizare, a releele inductive în scheme electrice 2. Identificarea caracteristicilor metrologice 3. Implantarea releele electromagnetice în sisteme automate de comutație 4. Verificarea funcționării corecte a circuitelor cu relee electromagnetice
4. Amplificatoare magnetice (12 ore)		
RÎ4. Aplicarea schemelor cu amplificatoare magnetice	4.1. Generalități despre amplificatoarele magnetice. Amplificatoare magnetice de tensiune 4.2. Amplificatoare magnetice cu reacție negativă. Funcționarea amplificatoarele magnetice în regim ideal 4.3. Structura generală a sistemului de acționare cu amplificator magnetic. Amplificatoare magnetice de tensiune cu bialternanță 4.4. Amplificatorul magnetic reversibil în punte 4.5. Amplificatorul magnetic reversibil diferențial	1. Diferențierea caracteristicile amplificatoarele magnetice utilizate în sisteme automate 2. Conectarea amplificatoarele magnetice 3. Explicarea principiului de funcționare al amplificatorului magnetic 4. Descrierea parametrilor tehnici specifici tipului de amplificator magnetic utilizat în sistemul automat 5. Analizarea sistemelor de acționare cu amplificatoare magnetice
5. Elemente de acționare cu selsine (6 ore)		
RÎ5. Gestionarea schemelor de acționare cu selsine	5.1. Construcția și principiul de funcționare al	1. Descrierea principiului de funcționare și a parametrilor tehnici ai selsinelor

	selsinelor 5.2. Schema de conectare a selsinelor în regim transformator 5.3. Schema de conectare a selsinelor în regim indicator	2. Identificarea caracteristicilor metrologice 3. Încercarea schemelor de acționare cu selsine în regim transformator și indicator 4. Implementarea sistemelor de acționare la distanță cu selsine
--	--	--

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total	Contact direct			Studiu individual
			Teorie	Practică	Laborator	
1.	Elemente ale sistemelor automate	16	6	2	-	8
2.	Senzori și traductoare	30	8	-	6	16
3.	Elemente de comutație cu relee	22	8	-	2	12
4.	Amplificatoare magnetice	32	12	4	2	14
5.	Elemente de acționare cu selsine	20	6	-	4	10
	Total	120	40	6	14	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Elemente ale sistemelor automate (8 ore)			
1.1. Structura funcțională a sistemului automat	Prezentare (PPP)	Derularea prezentării	2 ore
1.2. Clasificarea sistemelor de reglare automată după diferite criterii	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
1.3. Caracterizarea sistemelor de control automat	Prezentare (PPP)	Derularea prezentării	2 ore
1.4. Sisteme automatizate mixte de	Referat	Prezentarea	Referat

acționări la distanță			
2. Senzori și traductoare (16 ore)			
2.1. Senzori și traductoare pentru mărimi mecanice	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.2. Senzori și traductoare pentru forțe și momente	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore 2 ore
2.3. Senzori și traductoare pentru presiune	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.4. Senzori și traductoare pentru debit	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.5. Senzori și traductoare pentru temperatură	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.6. Senzori și traductoare de gaz	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.7. Senzori integrați	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2.8. Senzori și traductoare de prezență	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
3. Elemente de comutație cu relee (12 ore)			
3.1. Sisteme semiautomate de anclanșare și de declanșare cu releu	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
3.2. Sisteme automate de acționări cu relee	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
3.3. Calculul caracteristicilor de tracțiune ale releului electromagnetic	Calculule efectuate	Prezentarea rezultatelor calculului	2 ore
3.4. Calculul parametrilor tehnici ai releului în circuitul de acționare	Calculule efectuate	Prezentarea rezultatelor calculului	2 ore
3.5. Caracterizarea releelor de timp	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
3.6. Caracterizarea releelor electromagnetice de curent continuu	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
4. Amplificatoare magnetice (14 ore)			

4.1. Caracterizarea amplificatorului magnetic de tip drosel	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
4.2. Caracterizarea amplificatorului magnetic nereversibil de tip transformator	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
4.3. Caracterizarea amplificatorului magnetic reversibil în punte	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
4.4. Caracterizarea amplificatorului magnetic reversibil diferențial	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
4.5. Structura generală a sistemului de acționare cu amplificator magnetic	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
4.6. Calculul amplificatorului magnetic de putere în contratimp	Calculule efectuate	Prezentarea rezultatelor	2 ore
4.7. Calculul amplificatorului magnetic cu miez toroidal	Calculule efectuate	Prezentarea rezultatelor	2 ore
5. Elemente de acționare cu selsine (10 ore)			
5.1. Regimuri de lucru ale perechii de selsine „emițător-receptor”	Prezentare	Derularea prezentării	2 ore
5.2. Criterii de selectare a selsinelor	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
5.3. Sisteme de acționări automate cu selsine	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
5.4. Sistem de comunicare cu selsine	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
5.5. Caracteristicile și erorile selsinelor	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
Total			60 ore

VIII. Lucrările practice și de laborator recomandate

Nr. crt.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore
1.	Elemente ale sistemelor automate	1. Modelarea caracteristicilor statice și de frecvență ale lanțurilor liniare (L.P.)	2
2.	Senzori și traductoare	2. Studiarea traductorului termoelectric 3. Studiarea schemei cu traductor de nivel 4. Studiarea traductoarelor potenționometrice	6
3.	Elemente de comutație cu releu	5. Studiarea schemei de comutație cu releu electromagnetic	2

4.	Amplificatoare magnetice	6. Calculul circuitului magnetic al amplificatorului magnetic de tip drosel (L.P.) 7. Calculul parametrilor bobinelor amplificatorului magnetic de tip drosel (L.P.) 8. Studiarea amplificatorului magnetic de tip drosel	6
5.	Elemente de acționare cu selsine	9. Studiarea schemei cu selsine în regim indicator 10. Studiarea schemei cu selsine în regim transformator	4
Total			20 ore

Studiarea traductoarelor include:

- simularea (asamblarea) schemei din componente de circuit;
- aplicarea semnalelor de diferită natură fizică pentru conversie în semnale electrice;
- construirea caracteristicilor energetice de intrare și de ieșire;
- întocmirea tabelelor cu rezultatele obținute;
- descrierea concluziilor;
- prezentarea (susținerea) raportului.

IX. Sugestii metodologice

Dirijarea procesului didactic în vederea formării competențelor profesionale specifice unității de curs *Elemente și echipamente în automatizări* se va realiza într-un mod dinamic și flexibil, bazat pe feedback. Flexibilitatea procesului de învățământ va fi asigurată prin aplicarea unui spectru larg de metode și mijloace de instruire și prin integrarea metodelor tradiționale și a celor moderne, individualizând, astfel, procesul de învățare al elevilor. Cadrul didactic este în drept să aleagă calea de parcurs, oferind elevilor posibilități reale de a fi responsabili de rezultatele învățării.

Pentru a facilita procesul de asimilare de către elevi a cunoștințelor faptice și de dezvoltare a abilităților practice, în activitățile de predare-învățare la modulul *Elemente și echipamente în automatizări* se recomandă aplicarea eficientă a diverse strategii și metode didactice de explorare și acțiune, de raportare a sarcinilor de învățare la situațiile reale, asemănătoare celor din mediul de executare a atribuțiilor de serviciu.

În calitate de recomandare generală pentru desfășurarea demersului didactic, autorii curriculumului propun utilizarea următoarelor metode și tehnici tradiționale și interactive:

- explicația, conversația, lectura sau munca cu manualul, graficul T, metoda mozaicului etc.;
- instructajul, observația, problematizarea, demonstrarea, experimentul, modelarea, algoritmizarea, simularea.

Pentru realizarea lecțiilor practice se propune axarea pe scopuri de formare și autoformare a competențelor profesionale, pe dezvoltarea abilităților de utilizare a senzorilor și traductoarelor, a elementelor de acționare cu relee și amplificatoare magnetice. Se vor aplica preponderent metode și tehnici bazate pe modelare, simulare, instruire programată etc.

Organizarea procesului didactic centrat pe elev, având în vedere adaptarea demersului educațional la particularitățile personale ale elevului în actul de formare profesională, se va face prin sarcini propuse pentru studiul individual ghidat de profesor: portofoliu, scheme, calcule etc.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea nivelului de atingere a rezultatelor învățării specifice unității de curs se va face pe baza cerințelor învățământului centrat pe elev. Se vor utiliza diverse forme, tehnici și instrumente de evaluare care vor determina nivelul de progres al elevului. Pentru sporirea gradului de obiectivitate în procesul de evaluare, pentru probele propuse elevilor vor fi elaborate criterii de evaluare a nivelului de performanță.

Evaluarea curentă (formativă) susține componenta formativă și formatoare a procesului de predare-învățare, măsurând progresul în formarea competențelor profesionale specifice modulului. Instrumentele utilizate în acest scop sunt:

- *observarea sistematică* a comportamentului elevilor, care permite evaluarea înțelegerii conceptelor, proceselor, procedurilor, aptitudinilor, dar și a atitudinilor față de o sarcină dată;
- *autoevaluarea*, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele educaționale;
- *metoda lucrărilor de laborator*, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile de teorie, utilizarea corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor, precum și a documentației tehnice.

Evaluarea formativă se va face inclusiv prin susținerea individuală a dărilor de seamă pentru lucrările de laborator/practice efectuate în baza rezultatelor obținute în procesul de executare a următoarelor sarcini:

- conectarea schemelor cu traductoare rezistive;
- conectarea schemelor cu traductoare inductive;
- conectarea schemelor cu traductoare capacitive;
- conectarea și încercarea traductorului termoelectric;
- conectarea și încercarea traductorului de nivel;
- conectarea traductoarelor în schema cu punte în echilibru;
- conectarea și încercarea schemei cu traductoare de deplasări liniare și unghiulare;
- conectarea și încercarea schemelor de comutație cu relee electromagnetice;
- conectarea și încercarea schemelor cu amplificatoare magnetice;
- conectarea și încercarea schemelor de acționare cu selsine.

Criteriile de evaluare a sarcinilor propuse pentru măsurarea competenței profesionale sunt:

- corespunderea cu specificațiile tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerințelor ergonomice;
- respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite.

Evaluarea sumativă va fi realizată la finele modulului sub formă de examen scris. Testul docimologic va fi elaborat în baza matricei de specificare și a rezultatelor învățării specifice prezentului modul.

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 și practice, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de conectare și încercare a circuitelor cu diverse traductoare.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Sală de curs dotată cu calculator, proiector, planșe, scheme
Pentru orele de laborator	Laborator dotat cu standuri de lucru
Cerințe tehnice	
Standuri	Standuri funcționale compuse din echipamente de automatizări (10 bucăți)
Aparate de măsură	Voltmetre – 1/2 elevi
	Ampermetre – 1/2 elevi

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată, accesată, procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	S. Călin. <i>Echipamente electronice pentru automatizări: Manual pentru cl. a XI-a, licee industriale</i> , Leova, 1992.	Biblioteca/Sala de lectură	498
2.	S. Călin. <i>Echipamente electronice pentru automatizări: Manual pentru cl. a XII-a, licee industriale și de matematică-fizică cu profiluri de electrotehnică și matematică-electrotehnică</i> , Cimișlia, 1993.	Biblioteca/Sala de lectură	200
3.	M. Robe ș.a. <i>Electronică și automatizări: Manual pentru cultura de specialitate, cl. a IX-a, școala de arte și meserii</i> , Buc., 2005.	Biblioteca/Sala de lectură	18
4.	F. Mariș ș.a. <i>Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată: Manual pentru cl. XI-XII, profil tehnic, specializarea: electrotehnică</i> , Buc., 2002.	Biblioteca/Sala de lectură	1
5.	<i>Teoria sistemelor de reglare automată</i> , București, 2001.	Biblioteca/Sala de lectură	1

6.	M. Voicu. <i>Introducere în automatică</i> , Iași, 2002.	Biblioteca/Sala de lectură	2
7.	P. Todos, C. Golovanov. <i>Senzori și traductoare</i> . Chișinău, Ed. Tehnică, 1998.	Biblioteca/Sala de lectură	5
8.	С. А. Гинзбург. <i>Основы автоматики и телемеханики</i> , Москва, 1968.	Biblioteca/Sala de lectură	18
9.	М. И. Квартин. <i>Электромеханические и магнитные устройства автоматики</i> . Москва, Высшая школа, 1979.	Biblioteca/Sala de lectură	18