



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

”23” septembrie 2023



Curriculumul la modulul

S.08.O.025 Programarea microcontrolerelor

Specialitatea: **71420 – Automatizarea proceselor tehnologice**

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

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).



CONSEPT



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 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) Veaceslav TOFĂNICĂ, profesor discipline de specialitate, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 5) Serghei TINCOVAN, 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, 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. Rezultatele învățării specifice modulului	4
IV. Administrarea modulului	5
V. Unitățile de învățare	5
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....	7
VII. Studiu individual ghidat de profesor	8
VIII. Lucrările practice/laborator recomandate.....	9
IX. Sugestii metodologice	9
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	10
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....	12

I. Preliminarii

Curriculumul la modulul *Programarea microcontrolerelor* 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 din 18.10.2023, precum și a Planului de învățământ aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023. Unitatea de curs *Programarea microcontrolerelor* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională *Electronică și automatică* și face parte din componenta de specialitate a planului de învățământ la specialitatea 71420 *Automatizarea proceselor tehnologice*.

Scopul modulului *Programarea microcontrolerelor* este de a asigura dobândirea de către elevi a cunoștințelor care le vor permite să-și dezvolte abilități practice privind programarea microcontrolerelor cu utilizarea acestor circuite în componentele sistemelor de automatizare.

Studiul unității de curs *Programarea microcontrolerelor* este bazat pe cunoștințe acumulate la matematică, fizică, informatică, precum și la unitățile de curs studiate anterior, cum ar fi:

F.06.O.015 Analiza și sinteza circuitelor numerice;

G.04.O.002 Tehnologia informației.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Modulul *Programarea microcontrolerelor* contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale de identificare, selectare și deservire a sistemelor cu microcontrolere, de identificare și aplicare a resurselor tehnice existente pentru sporirea calității și performanțelor sistemelor automate complexe.

La această unitate de curs elevii vor însuși cunoștințe cu privire la caracteristicile de bază ale elementelor componente din care sunt alcătuite sistemele cu microcontrolere complet automatizate. Totodată, elevii vor fi familiarizați cu domeniile de utilizare, principiile de funcționare, schemele de conexiune și metodele de întreținere a elementelor sistemelor cu microcontrolere. Astfel, cunoștințele și abilitățile formate în cadrul modulului *Programarea microcontrolerelor* vor facilita accesarea absolvenților în sfera profesională conform calificării.

Modulul *Programarea microcontrolerelor* creează precondiții necesare pentru studierea următoarelor unități de curs și pentru desfășurarea activităților și executarea sarcinilor la următoarele stagii de practică:

S.08.O.026 Tehnologia de construcție a aparatajului electronic;

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

P.08.O.052 Practica ce anticipează probele de absolvire Nr. 1;

P.08.O.053 Practica ce anticipează probele de absolvire Nr. 2.

III. Rezultatele învățării specifice modulului

Modulul *Programarea microcontrolerelor* 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, ai 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
RÎ7. Absolventul poate stabili ordinea de executare a acțiunilor de depanare a problemelor identificate în funcție de nivelul de risc.	CP8. Algoritmizarea soluționării problemelor tehnice
RÎ8. Absolventul poate soluționa probleme tehnice ale obiectului prin testări și autotestări repetate, utilizând diferite metode de verificare.	CP9. Soluționarea problemelor tehnice

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 5, 7, 8 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, după studierea modului *Programarea microcontrolerelor*, elevii vor fi capabili:

1. să analizeze părțile componente ale structurii microcontrolerelor;
2. să specifice mijloacele de programare a microcontrolerelor;
3. să programeze microcontrolerile pentru sistemele de automatizare;
4. să programeze microcontrolerile cu funcții de interfețe paralele și seriale pentru automatizare.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore					Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Studiu individual		
		Teorie	Practica	Laborator			
VIII	60	20	2	18	20	examen	2

V. Unitățile de învățare

Rezultatele învățării	Unități de competență	Abilități
1. Arhitectura microcontrolerelor (4 ore)		
RÎ1. Analizarea părților componente ale structurii	1.1. Microcontrolere. Domenii de aplicare: - memorie, tipuri de memorie	1. Clasificarea microcontrolerelor 2. Identificarea domeniilor de aplicare 3. Descrierea tipurilor de memorie

microcontro- lerelor	- generator-clock și generatoare de sincronizare 1.2. Sistemul de întreruperi: - managementul puterii - set de instrucțiuni pentru microcontrolere - registrele microcontrolerelor - interfețe și porturile I/O	4. Caracterizarea regimului de funcționare a generatorului de sincronizare 5. Caracterizarea regimului de funcționare a generatorului-clock 6. Descrierea sistemului de întrerupere 7. Descrierea setului de instrucțiuni pentru microcontrolere 8. Explicarea funcțiilor registrelor microcontrolerelor 9. Ilustrarea funcționării porturilor I/O și interfețelor interne ale microcontrolerelor
2. Mijloace de programare a microcontrolerelor (4 ore)		
RÎ2. Specificarea mijloacelor de programare a microcontrolerelor	2.1. Software-uri specializate pentru programarea microcontrolerelor: - AVR Studio - CodeVision - WIN-AVR 2.2. Limbajul C/C++ pentru comenzile de programare: - compilatoare și mediu de dezvoltare - algoritmul de programare a microcontrolerelor	1. Clasificarea software-urilor specializate pentru programarea microcontrolerelor 2. Caracterizarea funcțiilor software-urilor specializate (AVR Studio, CodeVision, WIN-AVR) 3. Descrierea destinației limbajului C/C++ utilizat la programarea microcontrolerelor 4. Descrierea funcțiilor și operatorii în limbajul C/C++ 5. Descrierea deosebirilor limbajului C/C++ din componența software-urilor specializate 6. Prezentarea grafică a algoritmului de programare a microcontrolerelor
3. Programarea microcontrolerelor (10 ore)		
RÎ3. Programarea microcontro- lerelor pentru sistemele de automatizare	3.1. Operații de programare: - a timerelor - a controlerului de întreruperi 3.2. Operații de programare a USART în regim asincron 3.3. Operații de programare a	1. Demonstrarea programării regimurilor timerelor 2. Demonstrarea programării regimurilor controlerului de întreruperi 3. Setarea parametrilor pentru programarea USART în regim

	porturilor I/O alternative 3.4. Operații de programare a convertoarelor A/D și D/A 3.5. Procedura de înscriere a codului în memoria microcontrolerului: - operații de programare a fuse-biților și a biților de protecție - operații de programare a memoriei flash a microcontrolerului - programatoarele externe hard (STK-500, PonyProg) pentru programarea microcontrolerului	asincron 4. Setarea parametrilor pentru programarea porturilor I/O alternative 5. Setarea parametrilor pentru programarea convertoarelor A/D și D/A 6. Configurarea fuse-biților ai microcontrolerelor 7. Programarea fuse-biților și a biților de protecție 8. Programarea memoriei flash a microcontrolerului 9. Utilizarea programatoarelor externe pentru programarea microcontrolerului
4. Interfețe ale sistemului cu microcontrolere (2 ore)		
RÎ4. Programarea microcontrolerelor cu funcții de interfețe paralele și seriale pentru automatizare	4.1. Interfețele paralele și seriale ale sistemului cu microcontrolere: - operații de programare a microcontrolerului pentru realizarea interfeței paralele - operații de programare a microcontrolerului pentru realizarea interfeței seriale	1. Elaborarea programului pentru microcontroler cu funcția interfeței paralele 2. Elaborarea programului pentru microcontroler cu funcția interfeței seriale 3. Testarea microcontrolerului programat pentru funcțiile de interfață paralelă și serială

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total	Contact direct			Lucrul individual
			Teorie	Practică	Laborator	
1	Arhitectura microcontrolerelor	10	4	2		4
2	Mijloace de programare a microcontrolerelor	16	4		6	6
3	Programarea microcontrolerelor	24	10		8	6

4	Interfețe ale sistemului cu microcontrolere	10	2		4	4
Total		60	20	2	18	20

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
1. Arhitectura microcontrolerelor			
1.1. Structura funcțională a microcontrolerelor	Schema de structură	Prezentarea schemei	2 ore
1.2 Alimentarea microcontrolerului	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
2. Mijloace de programare a microcontrolerelor			
2.1 Programatorul cu conectare la portul USB	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
2.2. Programatorul cu conectare la portul COM	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
2.3. Programatorul cu conectare la portul LPT	Scheme	Prezentarea schemelor	2 ore
3. Programarea microcontrolerelor			
3.1. Elaborarea softului cu temporizatoare	Microprogram	Prezentarea schemei-bloc și a textului de program	2 ore
3.2. Elaborarea softului de deservire a întreruperii	Microprogram	Prezentarea schemei-bloc și a textului de program	2 ore
3.3. Elaborarea softului cu cicluri complexe	Schema de structură și textul de program	Prezentarea schemei și a textului de program	2 ore
Interfețe ale sistemului cu microcontrolere			
4.1. Conectarea afișorului digital	Schema electrică de principiu	Prezentarea schemei	2 ore
4.2. Conectarea tastaturii la microcontroler	Schema electrică de principiu	Prezentarea schemei	2 ore
Total			20 ore

VIII. Lucrările practice/laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Număr de ore
1. Arhitectura microcontrolerelor	1) Crearea și implementarea algoritmului de operare cu memoria EEPROM, RAM și flash a microcontrolerului	2
2. Mijloace de programare a microcontrolerelor	2) Setarea fuse-biților pentru configurarea microcontrolerului	2
	3) Setarea codului de program în memoria flash pentru programe ale microcontrolerului	2
	4) Setarea memoriei flash de date și setarea biților de protecție ai microcontrolerului	2
3. Programarea microcontrolerelor	5) Elaborarea programului pentru controler cu funcție de convertor A/D	2
	6) Elaborarea programului pentru controler cu funcție de convertor D/A	2
	7) Elaborarea programului pentru microcontroler cu funcție de deservire a afișorului și a tastelor	2
	8) Elaborarea programelor complexe pentru microcontrolere din sistemele de automatizare	2
4. Interfețe ale sistemului cu microcontrolere	9) Elaborarea programului pentru controler cu funcție de interfață I2C și 1-wire	2
	10) Elaborarea programului controlerului cu funcție de schimb de date paralel și combinat pentru afișor de tip HD44780	2
Total		20 ore

IX. Sugestii metodologice

Pentru facilitarea procesului de asimilare de către elevi a cunoștințelor cu caracter practic și dezvoltarea abilităților în cadrul unității de curs *Programarea microcontrolerelor* se recomandă de aplicat în activitățile de predare-învățare diverse strategii și metode didactice de explorare și acțiune, sarcini de învățare raportate la situații reale, autentice din mediul de realizare a atribuțiilor de serviciu.

În scopul asigurării unui proces de predare/învățare interactiv, de dobândire a cunoștințelor, de formare a priceperilor și deprinderilor se recomandă aplicarea următoarelor metode și tehnici didactice:

- îmbinarea și alternanța sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica de lucru cu fișe) cu activitățile ce solicită efort colectiv, de echipă (discuții, asaltul de idei, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția (de) panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinelui);
- informarea și documentarea independentă (studiul individual, investigația, studii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschidere spre autoinstruire, spre învățare continuă, utilizând surse de informare: de ex. biblioteci, Internet, bibliotecă virtuală;
- metode și tehnici de dezvoltare a gândirii critice:
 - *de evocare*: brainstormingul, harta gândirii, lectura în perechi;
 - *de realizare a înțelesului*: procedeul recăutării, jurnalul dublu, tehnica lotus, ghidurile de studiu;
 - *de reflecție*: tehnici de conversație, tehnica celor șase pălării gânditoare, diagramele Venn, cafeneaua;
 - *de extindere*: interviurile, investigațiile independente, colectarea datelor;
 - *de încheiere*: eseul de cinci minute, fișele de evaluare;
- metode și tehnici pentru rezolvarea de probleme și dezbateri:
 - metoda mozaicului (jigsaw), metoda grafică;
 - exerciții pentru rezolvarea de probleme și discuții: „Mai multe capete la un loc”, discuția în grup, consensul în grup;
- metode și tehnici de învățare prin colaborare:
 - tehnici de spargere a gheții: „Bingo”, „Ecusonul”, tehnica graffiti, „Colecționarul deosebit”, tehnica căutării de comori, metoda piramidei (sau metoda bulgărelui de zăpadă);
- metode și tehnici de formare a abilităților practice:
 - observația, experimentul, învățarea prin descoperire;
 - modelare, simulare, instruire programată,
 - algoritimizarea, instructajul, problematizarea, demonstrarea.

În procesul de formare profesională, demersul didactic va fi organizat și centrat pe elev. Adaptarea demersului educațional la particularitățile personale ale elevului se va realiza prin sarcini propuse pentru studiul individual ghidat de profesor: prezentări, referate, calcule.

Dirijarea procesului de formare a rezultatelor învățării specifice unității de curs se va face într-un mod dinamic și flexibil, bazat pe feedback. Flexibilitatea procesului de învățământ va fi asigurată de varietatea metodelor și mijloacelor de instruire, integrarea metodelor tradiționale și a celor moderne, individualizarea activității elevilor. Cadrul didactic este în drept să aleagă calea de parcurs, oferind elevilor posibilități reale de a fi responsabili de rezultatele învățării.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea nivelului de atingere a rezultatelor învățării specifice unității de curs *Programarea microcontrolerelor* se va face conform cerințelor învățământului centrat pe elev. Se recomandă aplicarea a diverse metode și instrumente de evaluare, care vor determina nivelul de progres al elevului.

Evaluarea curentă (formativă) reprezintă componenta formativă a procesului de predare-învățare, care asigură progresul în dobândirea cunoștințelor și în formarea abilităților profesionale. Metode recomandate pentru evaluarea continuă 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 dispozitivelor, precum și a documentației tehnice.

Evaluarea formativă se va face inclusiv prin susținerea individuală a rapoartelor pentru lucrările practice și de laborator efectuate, în baza rezultatelor obținute în procesul de realizare a următoarelor sarcini:

- Conectarea schemelor cu microcontrolere.
- Elaborarea softului pentru microcontrolere.
- Asamblarea schemelor cu microcontrolere.
- Configurarea fuselor microcontrolerelor.

Criteriile de evaluare a sarcinilor pentru măsurarea rezultatelor învățării vor include:

- corespunderea specificațiilor tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerințelor ergonomice;
- respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite;
- corectitudinea interacțiunii cu colegii și superiorii;
- corectitudinea interacțiunii cu utilizatorii.

Evaluarea formativă va fi efectuată pentru a determina nivelul cunoștințelor faptice pentru fiecare elev, cu scopul de a analiza cât de aproape este elevul de finalitățile scontate. Se face o analiză individuală pentru fiecare elev și se recomandă dezvoltarea continuă a competențelor specifice pentru a asigura un progres până la evaluarea finală.

Evaluarea sumativă va fi realizată la finele modulului sub formă de examen scris. Testele docimologice vor fi elaborate în baza matricei de specificație, care va include finalitățile de învățare specifice modulului. Subiectele pentru evaluarea cunoștințelor faptice se vor îmbina eficient cu sarcini practice realizate anterior și prezentate în rapoartele de finalizare a lucrărilor de laborator sub formă de algoritimizare a etapelor cu explicații de rigoare.

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 elaborare, implementare și testare a programelor pentru microcontrolere din sistemele pentru automatizări.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Sală de curs dotată cu calculator, proiector
Pentru orele de laborator	Laborator dotat cu calculatoare și standuri de lucru
Cerințe tehnice față de echipamentul pentru laborator	
Calculator	Cerințe minime: Pentium IV, 2.8 GHz, RAM = 512 MB, HDD = 240 GB, prezența porturilor LPT, COM și USB, sistem operațional Windows XP/7/8/10
Seturi de microcontrolere	Seturi de microcontrolere Arduino cu accesorii necesare (15 bucăți)
Aparate de măsură	Multimetre digitale (10 bucăți)

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată, accesată sau procurată resursa	Număr de exemplare disponibile
1.	Ilie, B. <i>Microcontrolere. Aplicații</i> . Sibiu: Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu, 2008. ISBN 978-973-739-578-8	Biblioteca IP CEEE	10
2.	Ilie, B., <i>Microcontrolere PIC. Aplicații</i> . Sibiu, 2011. ISBN 978-973-0-10414-1	Biblioteca IP CEEE	20
3.	Todorean, Gavril et al. <i>Aplicații cu microcontrolere</i> . Cluj-Napoca: Editura Risoprint, 2016.	Format electronic Biblioteca IP CEEE	-
4.	Fernando E. Valdes-Perez, Ramon Pallas-Areny, <i>Microcontrollers: Fundamentals and Applications with PIC</i> , CRC-Press, 2009.	Biblioteca IP CEEE	30