



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



"03" iunie 2024

Curriculum la modulul

S.05.O.017 Microprocesoare și microcontrolere

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).

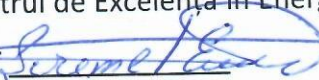


CONCEPT



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 Microelectronica 

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) Gheorghe 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 modulului pentru dezvoltarea profesională.....	4
III. Finalități de învățare specifice modulului	5
IV. Administrarea modulului	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.....	10
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	12

I. Preliminarii

Curriculumul pentru modulul *Microprocesoare și microcontrolere* 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 nr. 768/2024 „Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar”. Modulul *Microprocesoare și microcontrolere* 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 programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul modulului este familiarizarea elevilor cu cele mai importante arhitecturi de microprocesoare și microcontrolere, precum și dezvoltarea gândirii logice, înțelegerea conceptului de sistem cu microprocesor/microcontroler.

Microprocesoare și microcontrolere este un modul indispensabil oricărui specialist din domeniul tehnic, care îi permite să interpreteze corect, unitar și obiectiv elementele privind conceptele, arhitectura și programarea microprocesoarelor și microcontrolerelor.

Pentru atingerea rezultatelor învățării la modulul *Microprocesoare și microcontrolere*, sunt necesare cunoștințele și abilitățile dobândite la următoarele discipline:

F.03.O.009 Electrotehnica;

F.04.O.012 Dispozitive electronice;

F.05.O.013 Circuite electronice;

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

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la modulul *Microprocesoare și microcontrolere* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile didactice și rezultatele învățării ce trebuie atinse la modul, exprimate în termeni de cunoștințe și abilități.

Prin studierea modulului *Microprocesoare și microcontrolere* 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 și manifestarea gândirii autonome, critice și creative în domeniul tehnic;
- respectarea standardelor în vigoare referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- conștientizarea aplicării în practică a materiei studiate.

Studierea acestui modul contribuie la formarea cunoștințelor, abilităților și deprinderilor elevilor cu privire la utilizarea microprocesoarelor și a microcontrolerelor în echipamentele electronice, înțelegerea conceptelor precum *magistrală*, *memorie*, *interfațarea acestora*, *întreruperi* etc., înțelegerea execuției unei instrucțiuni ciclu cu ciclu, însușirea metodelor atât teoretice, cât și practice, în domeniul sistemelor cu microprocesoare/microcontrolere.

Microprocesoare și microcontrolere este unul din modulele de bază care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:
 S.07.O.019 Televiziune;
 S.07.O.020 Sisteme electronice programabile;
 S.08.O.025 Diagnosticarea și testarea echipamentelor electronice;
 S.08.O.027 Modelarea sistemelor electronice.

III. Competențele profesionale specifice modului

Modulul *Microprocesoare și microcontrolere* 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
RÎ10. Absolventul poate utiliza software-uri specializate în scopul modernizării echipamentelor electronice	CP10. Promovarea implementării tehnologiilor inovatoare

Pentru a atinge rezultatul învățării nr. 10 din *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, după studierea modului *Microprocesoare și microcontrolere*, elevii vor fi capabili:

- să utilizeze microprocesoare în sisteme electronice;
- să programeze microprocesoare;
- să programeze microcontrolere;
- să utilizeze microcontrolere în aplicații.

IV. Administrarea modului

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

V. Unitățile de învățare

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
1. Arhitectura microprocesoarelor		
RÎ1. Utilizarea microprocesoarelor în sisteme electronice	1.1. Microprocesoare. Definiții și terminologie. Clasificare. Caracteristici	1. Clasificarea microprocesoarelor în funcție de criterii. 2. Distingerea tipurilor de arhitectură a unui microprocesor.

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
	1.2. Arhitectura microprocesoarelor. Tipuri 1.3. Sisteme cu microprocesor. Schema-bloc. Componente hardware: - unitatea centrală de prelucrare (CPU), - magistrala sistemului (date, adrese, control), - memoria (RAM, ROM, EEPROM) – organizare logică și categorii de semnale la pini, - dispozitive de intrare-ieșire, structură internă generală și categorii de semnale la pini 1.4. Operații de intrare-ieșire sincrone și asincrone 1.5. Organizarea memoriei 1.6. Transferul de informație între memorie, microprocesor și echipamentele periferice	3. Identificarea parametrilor tehnici ai microprocesoarelor. 4. Corelarea semnalelor specifice cu pinii circuitelor integrate pe baza foilor de catalog. 5. Distingerea operațiilor de intrare-ieșire într-un microprocesor. 6. Identificarea tipurilor de memorii după scopul utilizării lor în sistem. 7. Conectarea memoriei la microprocesor. 8. Conectarea dispozitivelor de intrare-ieșire într-un sistem cu microprocesor.
2. Limbaje de programare pentru microprocesoare		
RÎ2. Programarea microprocesorului	2.1. Instrucțiuni. Formatul instrucțiunii. Moduri de adresare 2.2. Setul de instrucțiuni: - aritmetice - logice - de transfer - pentru deplasarea și rotirea informației - de ramificare (pentru controlul secvenței de program) - pentru controlul microprocesorului în lucrul cu șiruri	1. Distingerea tipurilor de instrucțiuni. 2. Distingerea modurilor de adresare. 3. Elaborarea schemei-bloc a programului. 4. Utilizarea instrucțiunilor în aplicații. 5. Executarea instrucțiunilor de către microprocesor.

Rezultatele învățării	Unități de conținut	Abilități
3. Arhitectura microcontrolerelor		
RÎ3. Programarea microcontrolerelor	3.1 Schema de structură a microcontrolerelor. Caracteristici generale 3.2 Organizarea memoriei. Tipuri de memorii 3.3 Porturi de intrare-ieșire. Programarea porturilor 3.4 Întreruperi. Tipuri. Principiul de executare a unei întreruperi. 3.5 Sisteme de comunicație: UART, SPI, I2C 3.6 Timere. Accesarea timerelor. Circuite de prescalare 3.7 Limbaje de programare pentru microcontrolere. Setul de instrucțiuni. Tipuri. Formatul instrucțiunii	1. Explicarea principiului de funcționare al microcontrolerului conform schemei de structură. 2. Identificarea parametrilor tehnici ai microcontrolerelor. 3. Descrierea destinației fiecărui tip de memorie a microcontrolerului. 4. Programarea porturilor ca intrări și ieșiri. 5. Descrierea mecanismului de executare a întreruperilor. 6. Explicarea schimbului de date prin intermediul interfețelor microcontrolerului. 7. Utilizarea circuitelor de temporizare. 8. Elaborarea programelor pentru aplicații.
4. Aplicații cu microcontrolere		
RÎ4. Utilizarea microcontrolerelor în aplicații	4.1. Schema-bloc a unui sistem cu microcontroler: - alimentarea sistemelor cu microcontroler, - circuitul oscilatorului extern, - circuitul de resetare 4.2. Operații de programare a timerelor și a controlerului de întreruperi 4.3. Operații de programare a interfeței USART 4.4. Operații de programare a convertorului analog digital (ADC)	1. Selectarea componentelor pentru executarea sistemului cu microcontroler. 2. Setarea oscilatorului în registrul <i>Configuration Word</i>. 3. Descrierea tipurilor de resetări ale microcontrolerului. 4. Setarea timerelor pentru diverse aplicații. 5. Setarea registrului pentru controlul întreruperilor pentru diverse aplicații. 6. Utilizarea interfeței USART. 7. Utilizarea convertorului analog digital.

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.	Arhitectura microprocesoarelor	18	12	-	6
2.	Limbaje de programare pentru microprocesoare	20	10	4	6
3.	Arhitectura microcontrolerelor	22	14	-	8
4.	Aplicații cu microcontrolere	30	8	12	10
	Total	90	44	16	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Arhitectura microprocesoarelor		
1.1. Unitatea centrală de prelucrare (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații transferate, caracteristici) 1.2. Unități de memorie (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații transferate, caracteristici) 1.3. Magistrale (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații transferate, caracteristici)	Investigație	Prezentarea rezultatelor cercetării și a concluziilor, utilizând desene, grafice, diagrame, tabele
2. Limbaje de programare pentru microprocesoare		
2.1. Formatul instrucțiunii 2.2. Moduri de adresare 2.3. Instrucțiuni de prelucrare a informației (programare microprocesor, instrucțiuni de testare a condițiilor, instrucțiuni de transfer de date, instrucțiuni aritmetice, instrucțiuni de prelucrare logică a datelor, instrucțiuni de salt)	Exercițiu rezolvat	Prezentarea programului. Interpretarea și prezentarea rezultatelor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
3. Arhitectura microcontrolerelor		
3.1. Unitatea centrală de prelucrare (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații transferate, caracteristici) 3.2. Unitatea de memorie (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații memorate, caracteristici) 3.3. Magistrale (rol funcțional, poziție în sistem, tipuri de semnale, tipuri de informații transferate, caracteristici) 3.4. Unități de intrare-ieșire (rol funcțional, poziție în sistem, caracteristici)	Studiu de caz	Prezentarea studiului
4. Aplicații cu microcontrolere		
4.1. Dezvoltarea structurii hardware a unei aplicații 4.2. Dezvoltarea structurii software a unei aplicații	Un program pentru o aplicație	Prezentarea aplicației

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

VIII. Lucrările de laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor de laborator	Ore
1. Limbaje de programare pentru microprocesoare	1. Elaborarea și testarea programelor simple 2. Elaborarea și testarea programelor cu prelucrări aritmetice	4
2. Aplicații cu microcontrolere	3. Utilizarea mediilor de dezvoltare pentru microcontrolere 4. Programarea porturilor microcontrolerului ca ieșiri și intrări 5. Implementarea sistemului de întreruperi al microcontrolerelor în aplicații 6. Implementarea temporizărilor în aplicații 7. Utilizarea microcontrolerului pentru comanda senzorului de temperatură 8. Elaborarea și testarea programului Lumini dinamice	12
Total		16

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile modului *Microprocesoare și microcontrolere* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul cunoștințelor de specialitate dobândite.

Parcursul conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul disciplinei, în funcție de dificultatea temelor, de complexitatea materialului didactic utilizat și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi.

Structurați conținutul unității de curs într-o manieră logică și progresivă. Acordați timp suficient pentru temele esențiale, cum ar fi structura unui sistem cu microprocesor, programarea microprocesoarelor, implementarea circuitelor de intrare-ieșire în sistemul cu microprocesor, utilizarea microcontrolerelor în aplicații.

Folosiți exemple concrete și studii de caz relevante pentru a ilustra conceptele teoretice și pentru a demonstra aplicațiile practice ale microprocesoarelor și microcontrolerelor. Aceasta va ajuta elevii să înțeleagă modul în care teoria se traduce în realitate și să aplice cunoștințele în contexte specifice.

Promovați învățarea activă prin intermediul exercițiilor practice, al proiectelor și al experimentelor. Asigurați-vă că elevii au oportunitatea de a construi și de a testa echipamente cu microprocesoare sau microcontrolere și de a explora aplicații concrete.

Încurajați colaborarea și lucrul în echipă în timpul proiectelor și al activităților practice. Lucrările de laborator sunt adesea un efort colectiv, iar lucrul în echipă poate îmbunătăți capacitatea elevilor de a rezolva probleme complexe și de a-și comunica ideile.

Furnizați resurse adecvate, cum ar fi manuale, materiale de laborator, software de simulare și alte instrumente necesare pentru elevi. Asigurați-vă că acestea sunt accesibile și că susțin procesul de învățare.

Fiți la curent cu tendințele și noile descoperiri în domeniu și fiți deschiși pentru actualizarea și adaptarea documentelor curriculare pe măsură ce tehnologia și practicile din domeniul microprocesoarelor/microcontrolerelor evoluează.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea rezultatelor învățării este implicită demersului pedagogic și urmărește măsura în care au fost dobândite cunoștințele și formate deprinderile. Evaluarea permite atât profesorului, cât și elevului să cunoască nivelul de achiziționare a deprinderilor și a cunoștințelor, să identifice lacunele și cauzele lor, să regleze procesul de predare-învățare în urma unui feedback eficient. Evaluarea continuă a elevilor va fi efectuată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării vizate, iar, ca metode de evaluare, recomandăm:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, care permite evaluarea capacităților elevilor față de o sarcină dată;
- investigația care verifică permanent progresul elevilor și contribuie la îmbunătățirea performanțelor lor;
- autoevaluarea, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns;

- metoda exercițiilor practice care presupune operaționalizarea conceptelor însușite, urmată de formarea abilităților (priceperilor și deprinderilor) de utilizare a acestora în vederea soluționării unor aspecte educaționale;
- metoda lucrărilor de laborator care oferă evaluarea cunoștințelor dobândite în timpul orelor de teorie, dar și a deprinderilor și a abilităților de analiză și de rezolvare a problemelor legate de materialul studiat, de utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, a materialelor și a instrumentelor de lucru.

Pentru evaluarea rezultatelor învățării, incluse în *Curriculumul la Microprocesoare și microcontrolere*, se recomandă utilizarea unor metode și instrumente moderne de evaluare:

- miniproiectul, prin care se evaluează metodele de lucru folosite de elev, eficiența utilizării bibliografiei, a materialelor și echipamentelor din dotare, modul de organizare a ideilor și a resurselor materiale, acuratețea tehnică a execuției;
- portofoliul, ca instrument de evaluare flexibil, complex, integrator, ca o modalitate de înregistrare a rezultatelor elevilor pe o anumită durată de timp.

În calitate de instrumente de evaluare, pot fi folosite:

- fișe de observație,
- fișe de autoevaluare,
- teste cu itemi de completare, itemi cu răspuns scurt, itemi cu alegere multiplă, itemi cu alegere duală, itemi de asociere, itemi de tip întrebări structurate, itemi de tip rezolvare de probleme.

Evaluarea sumativă la modulul *Microprocesoare și microcontrolere* se desfășoară sub formă de examen scris și probă practică.

Testul docimologic va fi axat pe evaluarea domeniului cognitiv și va măsura gradul de atingere a rezultatelor învățării. Testul va include itemi de analiză a situațiilor-problemă și de rezolvare a problemelor practice.

Proba practică va fi axată preponderent pe evaluarea abilităților de scriere și de testare a programelor. *Sarcina de evaluare* recomandată pentru demonstrarea rezultatelor învățării este: *elaborarea și compilarea programelor pentru aplicații*, care include:

- configurarea microcontrolerului;
- selectarea și configurarea porturilor;
- compilarea programului pentru aplicații.

Produsul recomandat pentru evaluarea rezultatelor învățării este *programul pentru aplicații elaborat*.

Criteriile de evaluare a produselor sunt:

- corespunderea programului cu cerințele sarcinii;
- utilizarea corectă a instrucțiunilor;
- respectarea algoritmului de elaborare a programului;
- funcționalitatea programului.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va deține media notelor curente minim 5 (pentru materialul teoretic la lecții și pentru lucrul individual);
- 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 va prezenta toate rapoartele de analiză ale lucrărilor efectuate, 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. Toate lucrările de laborator vor fi susținute cu calificativul „admis”.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Instruirea teoretică – se va desfășura în săli de clasă, amenajate și echipate cu tablă interactivă și echipamente multimedia, seturi de planșe, proiector digital, laptop. Capacitatea sălii – 30 de locuri.

Instruirea practică – se va desfășura în laboratoare specializate, echipate cu tablă și calculatoare. Capacitatea sălii de laborator – 15 locuri de lucru (vezi tabelul de mai jos).

Nr. crt.	Denumirea resursei	Numărul de bucăți
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet	1/elev
2.	Stand de laborator pentru testarea aplicațiilor cu microprocesoare/microcontrolere	6
3.	Programator pentru microcontrolere	6
4.	Software: MPLAB, AVR STUDIO, PROTEUS etc.	

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Secrieru, N. și alții, <i>Arhitectura și organizarea microprocesoarelor</i> . Chișinău, Universitas, 1994.	Biblioteca, CEEE	7
2.	Предко, Майкл, <i>Справочник по PIC-микроконтроллерам</i> . М., 2002.	Biblioteca, CEEE	1
3.	Токхайм, Р., <i>Микропроцесоры. Курс и упражнение</i> , М., 1988.	Biblioteca, CEEE	8
4.	Rotar, Dan, <i>Microprocesoare. Note de curs</i> Bacău, 2007.	http://www.cadredidactice.ub.ro/rotardan/files/2012/04/programare-in-limbaj-de-asamblare.pdf	-

5.	<i>Sisteme cu microprocesoare. Note de curs</i>	http://biblioteca.regielive.ro/cursuri/automatica/sisteme-cu-microprocesoare-49394.html	-
6.	<i>Sisteme cu microprocesoare. Note de curs</i>	https://rovislab.com/courses/smc/	-