



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



Curriculum la disciplina

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

Specialitatea: **71420 – Automatizarea proceselor tehnologice**

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

Chișinău 2023

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 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 ȚARĂLUNGĂ, 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 CONCEPT, 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 disciplinei pentru dezvoltarea profesională.....	4
III.	Finalități de învățare specifice disciplinei	5
IV.	Administrarea disciplinei	6
V.	Unitățile de învățare	6
VI.	Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	8
VII.	Studiu individual ghidat de profesor	9
VIII.	Lucrările de laborator și practice recomandate	11
IX.	Sugestii metodologice	12
X.	Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării	14
XI.	Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu.....	15
XII.	Resursele didactice recomandate elevilor	15

I. Preliminarii

Curriculumul la disciplina *Analiza și sinteza circuitelor numerice* 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. Disciplina *Analiza și sinteza circuitelor numerice* 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 specialitatea 71420 *Automatizarea proceselor tehnologice*.

Scopul disciplinei *Analiza și sinteza circuitelor numerice* este familiarizarea elevilor cu domeniul electronicii digitale prin asigurarea cunoștințelor despre funcții logice, operații în algebra Boole, structura porților logice și funcționarea acestora. Elevii vor dobândi cunoștințe cu privire la construcția și principiile de funcționare ale circuitelor logice combinaționale și secvențiale, precum și abilități de analiză a acestora prin metode de proiectare clasice, dar și moderne (testare cu software de simulare).

Studiul unității de curs *Analiza și sinteza circuitelor numerice* este bazat pe cunoștințe acumulate la matematică, fizică, informatică și la unitățile de curs studiate anterior, și anume:

F.01.O.009 Materiale și componente pasive

F.02.O.010 Electrotehnică

F.03.O.011 Măsurări electrice și electronice

F.04.O.012 Dispozitive electronice și microelectronice.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la *Analiza și sinteza circuitelor numerice* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și performanțele ce trebuie atinse de către elev, exprimate în rezultate ale învățării, conținuturi și activități de învățare.

Prin studierea disciplinei *Analiza și sinteza circuitelor numerice* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- stimularea curiozității pentru cercetarea unor fenomene sau procese;
- luarea inițiativei pentru rezolvarea unor probleme;
- adoptarea atitudinii critice și de reflectare în activitatea profesională;
- folosirea responsabilă a mijloacelor de informare;
- dezvoltarea gândirii autonome, critice și creative în domeniul tehnic.

Studierea disciplinei *Analiza și sinteza circuitelor numerice* oferă elevilor cunoștințe, abilități și deprinderi de citire, reprezentare și interpretare a circuitelor logice combinaționale și secvențiale (codificatoare, decodificatoare, multiplexoare, demultiplexoare, sumatoare, comparatoare digitale, circuite basculante bistabile, numărătoare, registre, memorii etc.), precum și aptitudini de analiză și sinteză a circuitelor numerice, de identificare și explicare a simbolurilor componentelor din circuite electrice complexe.

Studiarea unității de curs în cauză are un rol important în formarea competențelor profesionale și, în mod special, în crearea precondițiilor de studiere a următoarelor discipline prevăzute de planul de învățământ, și anume:

- F.07.O.015 Circuite integrate analogice și digitale
- S.07.O.020 Elemente și echipamente în automatizări
- S.07.O.022 Proiectarea asistată de calculator
- S.08.O.024 Microprocesoare și microcontrolere.

III. Finalități de învățare specifice disciplinei

Disciplina *Analiza și sinteza circuitelor numerice* 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
RÎ4. Absolventul poate utiliza ustensilele, echipamentele și dispozitivele necesare, precum și componentele/modulele și consumabilele în vederea executării sarcinilor, comunicând eficient cu membrii echipei.	CP5. Pregătirea locului de muncă și a echipamentelor de muncă
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
RÎ9. Absolventul poate efectua expertiza tehnică a obiectului, înregistrând valorile măsurate versus valorile nominale pentru fiecare component/echipament/modul.	CP10. Expertiza tehnică
RÎ11. Absolventul poate înlocui elementele și echipamentele uzate fizic și moral, scoase din producție, pentru a extinde durata de viață a obiectelor, a liniilor din sistemul automatizat.	CP12. Raționalizarea proceselor de producție

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 4, 7, 9, 11 din standardul de calificare *Tehnician/tehniciană în automatizarea proceselor de producție*, după studierea disciplinei *Analiza și sinteza circuitelor numerice*, elevii vor fi capabili:

- să opereze cu noțiuni fundamentale din domeniul circuitelor electronice numerice în cadrul automatizărilor proceselor tehnologice;
- să utilizeze standardele și simbolurile specifice de reprezentare a circuitelor electronice digitale;
- să prelucreze datele numerice din procesele tehnologice;

- să implementeze circuitele integrate digitale în aplicații;
- să utilizeze echipamentul și aparatele electrice de măsurat în domeniul automatizărilor;
- să verifice funcționalitatea circuitelor logice cu aparate de măsură și control, inclusiv a softurilor de simulare;
- să participe la asamblarea circuitelor electronice digitale cu elemente discrete și MCI;
- să remedieze defecte din montajele cu circuite electronice digitale.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore					Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Lucru individual		
		Teorie	Practică	Laborator			
6	120	46	2	12	60	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Numere și codare	
- Precizarea particularităților codurilor ponderate și neponderate - Conversia numerelor dintr-un sistem de numerație în altul - Efectuarea operațiilor booleene și aritmetice în sistemele de numerație poziționale	1.1. Sisteme de numerație poziționale. Transferul numerelor dintr-un sistem de numerație în altul 1.2. Operații aritmetice în sistemul binar, octal și hexazecimal
2. Bazele algebrei logice	
- Definirea funcțiilor logice prin tabele și expresii matematice - Utilizarea funcțiilor logice în aplicații electronice - Reprezentarea funcțiilor logice prin tabele, diagrame de timp, forme canonice - Obținerea formelor canonice conjunctive ale funcțiilor logice - Obținerea formelor canonice disjunctive ale funcțiilor logice - Aplicarea proprietăților algebrei logice în vederea minimizării funcțiilor logice - Minimizarea funcțiilor logice prin metoda diagramei Karnaugh în vederea realizării unui circuit	2.1. Funcții logice elementare. Legile algebrei logice, formele de reprezentare a funcțiilor logice 2.2. Minimizarea funcțiilor logice cu ajutorul diagramei Karnaugh

3. Circuite logice combinaționale	
- Identificarea funcțiilor logice pe baza tabelelor de adevăr - Implementarea funcțiilor logice cu porți logice - Selectarea circuitelor digitale din familiile logice TTL și CMOS în conformitate cu documentația tehnică - Identificarea pinilor circuitelor integrate digitale, utilizând cataloage de componente în vederea realizării circuitelor logice - Selectarea circuitelor integrate digitale în sinteza circuitelor logice combinaționale (ECL) - Realizarea ECL cu ajutorul circuitelor integrate digitale - Identificarea defectelor ECL cu ajutorul aparatelor de măsură și control, inclusiv cu utilizarea softurilor de simulare - Remedierea defectelor în ECL	3.1. Circuitele logice din familiile TTL, CMOS și ECL combinaționale, sinteza circuitelor logice combinaționale cu porți logice ȘI-NU 3.2. Sinteza circuitelor logice combinaționale cu porți logice SAU-NU 3.3. Sinteza codicatorului și decodicatorului 3.4. Sinteza convertorului de cod 3.5. Sinteza multiplexorului 3.6. Sinteza demultiplexorului 3.7. Sinteza comparatorului numeric 3.8. Sinteza sumatorului
4. Circuite logice secvențiale	
- Descrierea proprietăților intrărilor și ieșirilor ale CLS - Alcătuirea tabelului de stare pentru CLS - Descrierea principiului de funcționare al CLS, utilizând diagramele de timp - Interpretarea datelor de catalog pentru circuite integrate secvențiale - Realizarea montajelor cu CLS în baza circuitelor integrate digitale - Identificarea defectelor în CLS cu ajutorul aparatelor de măsură și control, inclusiv cu utilizarea softurilor de simulare - Remedierea defectelor în CLS	4.1. Sinteza bistabilului de tip R-S și D 4.2. Sinteza bistabilului de tip T și J-K 4.3. Analiza bistabililor cu structură MASTER-SLAVE 4.4. Analiza numărătoarelor asincrone și sincrone: - cu numărare prin incrementare; - cu numărare prin decrementare; - reversibile; - cu capacitate arbitrară de numărare 4.5. Registre de deplasare: - de la stânga la dreapta și de la dreapta la stânga 4.6. Registre de memorie paralele și combinate 4.7. Registre universale
5. Convertoare numeric analogice și analog numerice	

- Distingerea tipurilor de convertoare - Analiza construcției circuitelor convertoarelor - Descrierea principiului de funcționare al convertoarelor - Reprezentarea grafică a caracteristicii de transfer a convertoarelor - Specificarea domeniilor de utilizare a convertoarelor	5.1. Convertoare numeric analogice: - cu rețea de rezistențe ponderate binare; - cu rețea R/2R 5.2. Convertoare analog numerice: - de tip paralel; - după metoda numărătorului; - cu aproximații succesive; - cu dublă integrare
6. Memorii semiconductoare	
- Selectarea memoriilor pe baza caracteristicilor și conform criteriilor specificate - Explicarea modului de adresare a memoriei - Conectarea memoriei într-un sistem cu microprocesor - Scrierea datelor în memorie - Citirea datelor din memorie - Programarea memoriilor - Extinderea capacității memoriilor	6.1. Memorii de tip ROM: - programarea prin mască Mask ROM; - programarea de către utilizator a PROM, EPROM și EEPROM; - memoriile Flash 6.2. Memorii de tip RAM: - memoriile RAM statice (SRAM); - memoriile statice RAM asincrone; - memoriile RAM dinamice (DRAM); - împrăștierea memoriilor DRAM

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore				
		Total	Contact direct			Lucru individual
			Teorie	Practică	Laborator	
1	Numere și codare	8	4	-	-	4
2	Bazele algebrei logice	12	4	2	-	6
3	Circuite logice combinaționale	46	16	-	6	24
4	Circuite logice secvențiale	40	14	-	6	20
5	Convertoare numeric analogice și analog numerice	8	4	-	-	4
6	Memorii semiconductoare	6	4	-	-	2
Total		120	46	2	12	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Nu- măr ore
1. Numere și codare			
1.1. Transferul numerelor în diverse sisteme de numerație	Lucrare individuală structurată, Nr. 1	Prezentarea rezultatelor lucrării	2 ore
1.2. Operații aritmetice cu numere întregi în cod invers, complementar și cu virgulă mobilă (flotantă)	Lucrare individuală structurată, Nr. 2	Prezentarea rezultatelor lucrării	2 ore
2. Bazele algebrei logice			
2.1. Forme de reprezentare a funcțiilor logice pentru diverse elemente logice	Prezentare: Tabelul cu diverse forme ale elementelor logice, descrierea metodei de obținere a formei canonice a funcțiilor logice	Derularea prezentării	2 ore
2.2. Minimizarea funcțiilor logice prin metoda analitică. Minimizarea funcțiilor logice prin metoda Quine McCluskey	Prezentare: Exemplificarea funcțiilor logice prin metoda analitică și prin metoda Quine McCluskey	Derularea prezentării	2 ore
2.3. Implementarea funcțiilor logice cu elemente ȘI-NU, SAU-NU	Raport asupra lucrării practice: Exemplificarea implementării funcțiilor logice cu elemente ȘI-NU, SAU-NU	Prezentarea raportului	2 ore
3. Circuite logice combinaționale			
3.1. Sinteza codicatorului în baza porților ȘI-NU, codicatorul incomplet	Referat: Simularea la calculator a circuitelor electronice în baza elementelor logice ȘI-NU	Derularea prezentării	2 ore
3.2. Sinteza decodicatorului în baza porților SAU-NU, decodicatorul incomplet	Referat: Simularea la calculator a circuitelor electronice în baza elementelor logice SAU-NU	Prezentarea referatului	2 ore
3.3. Sinteza decodicatorului piramidal de N ordine la intrare	Prezentare: Sinteza decodicatorului piramidal	Derularea prezentării	2 ore

3.4. Sinteza convertorului alfanumeric, deducerea funcțiilor logice de ieșire	Referat: Simularea la calculator a decodicatorului piramidal	Prezentarea referatului	2 ore
3.5. Sinteza multiplexorului incomplet de N intrări informaționale	Referat: Simularea la calculator a convertorului alfanumeric	Prezentarea referatului	2 ore
3.6. Sinteza demultiplexorului incomplet de N ieșiri informaționale	Referat: Simularea la calculator a multiplexorului	Prezentarea referatului	2 ore
3.7. Sinteza comparatorului numeric în baza microcircuitelor integrate (MCI)	Referat: Simularea la calculator a demultiplexorului	Prezentarea referatului	2 ore
3.8. Sinteza circuitului sumatorului binar-zecimal	Prezentare: Sinteza comparatorului numeric	Derularea prezentării	2 ore
3.9. Conceptul de paritate și importanța sa în circuitele logice	Referat: Simularea la calculator a comparatorului numeric	Prezentarea referatului	2 ore
3.10. Sinteza circuitului de generare a parității	Prezentare: Sinteza circuitului sumator	Derularea prezentării	2 ore
3.11. Sinteza circuitului de detecție a parității	Referat: Simularea la calculator a circuitului sumator	Prezentarea referatului	2 ore
3.12. Aplicații ale circuitelor de paritate	Referat: Simularea la calculator a circuitului logic de detectare a parității	Prezentarea referatului	2 ore
4. Circuite logice secvențiale			
4.1. Studiarea bistabililor (R-S, D, T, J-K) cu structură master-slave, utilizând diagramele de timp	Raport: Simularea la calculator a bistabilelor R-S	Prezentarea raportului	2 ore
4.2. Conversia circuitelor basculante bistabile pentru obținerea de noi proprietăți funcționale	Raport: Simularea la calculator a bistabilelor D și T	Prezentarea raportului	2 ore
4.3. Numărătoare asincrone cu modul în baza 2 și cu modul diferit de numărare	Raport: Simularea la calculator a bistabilului J-K	Prezentarea raportului	2 ore
4.4. Numărătoare sincrone cu modul în baza 2 și cu modul diferit de numărare	Prezentare: Sinteza numărătorului asincron cu $N_{max} = 2^n$ și cu $N_{max} \neq 2^n$	Derularea prezentării	2 ore

4.5. Registre de memorie cu stocare parafazică în baza bistabilelor R-S asincrone	Prezentare: Sinteza numărătorului sincron cu $N_{max} = 2^n$ și cu $N_{max} \neq 2^n$	Derularea prezentării	2 ore
4.6. Registre de deplasare în baza bistabilelor J-K sincrone cu structură master-slave	Prezentare: Sinteza registrului cu stocare parafazică	Derularea prezentării	2 ore
4.7. Registre paralel-serie în baza bistabilelor J-K sincrone cu structură master-slave	Prezentare: Sinteza registrului de deplasare cu bistabile J-K	Derularea prezentării	2 ore
4.8. Registrul universal cu bistabile D: funcționarea și structura master-slave	Prezentare: Sinteza registrelor paralel-serie cu bistabile J-K	Derularea prezentării	2 ore
4.9. Diagramele de timp în studiul registrului universal	Raport: Simularea la calculator a registrelor paralel-serie	Prezentarea raportului	2 ore
4.10. Evaluarea performanțelor circuitelor bistabile în comparație cu alte tipuri de circuite secvențiale	Raport: Simularea la calculator a registrului universal în baza bistabilelor D	Prezentarea raportului	2 ore
5. Convertoare numeric analogice și analog numerice			
5.1. Erorile convertoarelor numeric analogice	1) Prezentare: Erorile în CNA	Derularea prezentării	2 ore
5.2. Erorile convertoarelor analog numerice	2) Prezentare: Erorile în CAN	Derularea prezentării	2 ore
6. Memorii semiconductoare			
6.1. Memorii semiconductoare: - parametrii; - funcționarea memoriilor RAM, a memoriilor ROM	Prezentare: Exemple de circuite de memorii RAM, ROM	Derularea prezentării	2 ore
Total			60

VIII. Lucrările de laborator și practice recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor practice și de laborator	Ore
1. Bazele algebrei logice	1) Minimizarea funcțiilor logice prin utilizarea tabelor Karnaugh (LP)	2
2. Circuite logice	2) Studiarea codorului și decodorului	2

combi-naționale	3) Studi-erea conver-toarelor de cod	2
	4) Studi-erea sumatorului	2
3. Circuite logice se-cvențiale	5) Studi-erea bistabilelor de tip RS, D și T	2
	6) Studi-erea registrelor	2
	7) Studi-erea numărătoarelor	2
Total		14 ore

Studi-erea dispozitivelor numerice (digitale) include:

- simu-larea (asam-blarea) schemei din com-ponente de circuit;
- ap-licarea com-binațiilor logice la intrare (in-trări) și ridi-carea sem-nalelor logice la ieșire (ie-șiri);
- con-struirea formelor de undă de la intrare (in-trări) și de la ieșire (ie-șiri);
- în-tocmirea ta-belelor de adevăr;
- des-crierea con-clu-ziilor;
- pre-zentarea (sus-țin-erea) rap-ortului.

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Analiza și sinteza circuitelor numerice* 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 conținutul disciplinei. Aceștia vor repartiza timpul în funcție de gradul de dificultate al temelor, de complexitatea materialului didactic utilizat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi. Disciplina *Analiza și sinteza circuitelor numerice* 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 rezultatele 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 își formează abilități cognitive.

Metodele didactice cu *funcție formativ-educativă* asigură exersarea și formarea priceperilor, a deprinderilor, a capacităților de cunoaștere și de acțiune, contribuind la formarea și dezvoltarea

personalității ca întreg. Prin aceste metode, profesorul influențează formarea unor atitudini, sentimente, interese, convingeri.

În procesul de instruire, profesorul va aplica o abordare centrată pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale tuturor elevilor. Cu toate acestea, se recomandă îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe *efortul individual al elevului* cu activitățile ce solicită un *efort colectiv* (de echipă, de grup).

Astfel, în procesul didactic vor fi aplicate metode de predare interactive, care asigură o învățare dinamică, formativă, motivațională, reflexivă și continuă, care formează capacitățile de dobândire a cunoștințelor, a priceperilor și deprinderilor. Unele metode și tehnici de predare-învățare recomandate sunt:

- *metode de dezvoltare a gândirii critice:*
 - de evocare: brainstormingul, harta gândirii, lectura în perechi;
 - de realizare a înțeleșului: procedeul recăutării, jurnalul dublu, tehnica lotus, ghidurile de studiu;
 - de reflecție: tehnici de conversație, tehnica „Pălării gânditoare”, diagramele Venn,
 - de extindere: studiul individual, investigațiile independente, colectarea datelor, documentarea după diverse surse de informare, observația proprie.
- *metode 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);
 - tehnici de discuții: asaltul de idei, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția panel, metoda cvintetului, jocul de rol, tehnica exploziei stelare, metoda ciorchinelui, interviurile.
- *metode pentru rezolvarea de probleme în echipă:*
 - mozaicul (*jigsaw*), reuniunea Phillips 6-6, metoda grafică;
 - exerciții pentru rezolvarea de probleme și discuții: „Mai multe capete la un loc”, discuția în grup, consensul în grup.
- *metode bazate pe acțiune reală/autentică:* exercițiul, lucrări de laborator/practice, studiu de caz, tehnica de lucru cu fișe, experimentul.

Ținând cont de specificul disciplinei, profesorul va încuraja însușirea de către elevi a unor metode de informare și de documentare independentă, în mod special la studiul individual, care oferă deschidere spre autoinstruire și spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: de exemplu biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

În activitățile individuale, accentul se va pune pe studierea, analiza și sistematizarea materialului teoretic și practic în scopul îndeplinirii sarcinilor de lucru individual. Acestea vor fi prezentate în formă de portofoliu, rapoarte, referate, alte sarcini specifice.

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 nu numai dezvoltarea abilităților individuale, dar și a celor de lucru în echipă.

Mijloace de învățare

Pentru organizarea și desfășurarea procesului instructiv-educativ, se recomandă utilizarea resurselor și mijloacelor didactice care facilitează comunicarea, înțelegerea mesajelor didactice, formarea de priceperi și deprinderi, fixarea și aplicarea noilor cunoștințe. Instrumentele didactice recomandate pentru consolidarea eforturilor de predare, învățare și evaluare sunt:

- mijloace informativ-demonstrative;
- mijloace de exersare și formare a deprinderilor;
- mijloace tehnice audiovizuale.

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea este implicită demersului didactic și urmărește măsura în care rezultatele învățării au fost exprimate prin cunoștințe și deprinderi/abilități cognitive. Evaluarea permite atât profesorului, cât și elevului să cunoască nivelul deprinderilor și cunoștințelor dobândite, să identifice lacunele și cauzele lor, ceea ce oferă un feedback eficient în vederea reglării procesului de predare-învățare. Prin urmare, în cadrul demersului evaluativ vor fi valorificate diverse metode, tehnici și instrumente de evaluare care contribuie la optimizarea procesului de învățare.

Evaluarea continuă (formativă) a elevilor va fi realizată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării scontate.

Metodele de evaluare recomandate sunt:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, care permite evaluarea înțelegerii conceptelor, a capacităților, dar și a atitudinilor față de o sarcină dată;
- autoevaluarea, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele învățării și își poate impune/modifica programul propriu de învățare;
- metoda exercițiilor practice.

În calitate de *instrumente de evaluare* pot fi folosite:

- fișe de observație;
- 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,
- fișe de autoevaluare;
- fișe de evaluare.

Evaluarea sumativă la disciplina *analiza și sinteza circuitelor numerice* se desfășoară sub formă de examen scris. Testul docimologic va fi axat preponderent pe evaluarea domeniului cognitiv și va măsura gradul de atingere a rezultatelor învățării.

Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va prezenta portofoliul completat cu produsele elaborate în cadrul studiului individual ghidat de profesor, 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

Orele la disciplina *Analiza și sinteza circuitelor numerice* se vor ține în cabinete de specialitate din instituția de învățământ, amenajate și dotate cu echipament corespunzător, inclusiv cu PC și softuri de simulare.

Nr. crt.	Denumirea resursei	Nr. (buc.)
1.	Calculatoare conectate la internet	1/elev
2.	Standuri specializate	1/elev
3.	Circuite integrate K155ЛА3	4/elev
4.	Circuite integrate K155ЛЕ1	4/elev
5.	Circuite integrate K155ЛН1	4/elev
6.	Circuite integrate K155ИД4	4/elev
7.	Circuite integrate K155КП2	4/elev
8.	Circuite integrate K155ТМ2	8/elev
9.	Circuite integrate K155ИЕ7	2/elev
10.	Circuite integrate K155ИР13	2/elev
11.	Surse de alimentare – 5V/2A	1/elev

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată, accesată resursa	Număr exemplare disponibile
1.	Wilkinson, Barry. <i>Electronica digitală. Bazele proiectării</i> . Traducere de Dan Tudorașcu. Teora, 2002, 190 p.	Sala de studii	10
2.	Ștefan., G., <i>Circuite integrate digitale</i> . Buc.: Intergraph, 1993, 406 p.	Biblioteca CEEE	50
3.	Ionel, S., <i>Introducere practică în electronică</i> . Timișoara: Editura de Vest, 1994, 336 p.	Biblioteca CEEE	50
4.	Toacășe, Gheorghe, Nicula, Dan. <i>Electronica digitală. Dispozitive, circuite, proiectare</i> (Vol. I, Vol. II), Ed. Tehnică, 2005.	Biblioteca CEEE	50
5.	Hintea, S., Festila, L., Cîrlugea, M., <i>Circuite integrate digitale. Culegere de probleme</i> . Cluj-Napoca: Editura Casa Cărții de Știință, 2000.	Biblioteca CEEE	50
6.	Blaja, Valeriu. <i>Tehnica digitală</i> . Chișinău: Ed. „Valinex”, 2003, 269 p.	Biblioteca CEEE	50
7.	Опадчий, Ю. Ф., Глудкин, О. П., Гуров, А. И., <i>Аналоговая и цифровая электроника</i> , Москва, 1996.	Biblioteca (internet)	3
8.	Rusu, Constantin. <i>Electronica digitală. Auxiliar curricular</i> , Bistrița, 2017, ISBN978-606-8317-65-6	https://eprof.ro/docs/electronica/carti/auxiliar-electronica-digitala.pdf	