



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob”

Mariana BARLADEAN,

**Directoarea I.P. Centrul de Excelență în
Energetică și Electronică**



Curriculum la disciplina

F.08.O.016 Fiabilitatea componentelor electronice

Specialitatea: 0714.4 Electronică

Calificarea: 0714.4.1 Tehnician/tehniciană în electronică

Chișinău 2024

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului „Consolidarea sistemului de învățământ profesional tehnic din Republica Moldova” (CONCEPT 5), cu sprijinul financiar al Fundației Liechtenstein Development Service (LED).



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 ABABIL**, conf. univ., dr., Prodecan al Facultății
Calculatoare, Informatică și Microelectronică 

Autori:

- 1) Ion GRIGORAȘ, profesor discipline de specialitate, grad didactic I, director adjunct pentru instruire practică și de producere, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
- 2) 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 disciplinei	5
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/de laborator recomandate	8
IX. Sugestii metodologice.....	9
X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării.....	10
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	10
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	11

I. Preliminarii

Curriculumul pentru disciplina *Fiabilitatea componentelor electronice* este elaborat în baza *Standardului de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 1308/2023, precum și a Planului de învățământ aprobat prin Ordinul MEC nr. 1766/2023, cu modificările ulterioare în baza Ordinului MEC 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*. Disciplina *Fiabilitatea componentelor electronice* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională Electronică și automată și face parte din componenta fundamentală a planului de învățământ la programul de studii 0714.4 Electronică.

Scopul disciplinei *Fiabilitatea componentelor electronice* este studierea noțiunilor de bază ale teoriei fiabilității și a metodelor de calcul al fiabilității componentelor și blocurilor sistemelor electronice.

Pentru demararea procesului instructiv la unitatea de curs *Fiabilitatea componentelor electronice* sunt necesare cunoștințele dobândite la disciplinele matematică, fizică, precum și la următoarele unități de curs:

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

F.03.O.009 Electrotehnică

F.04.O.012 Dispozitive electronice

F.06.O.014 Circuite digitale și analogice

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul la unitatea de curs *Fiabilitatea componentelor electronice* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile și rezultatele învățării ce trebuie atinse la disciplină, exprimate în termeni de cunoștințe și aptitudini.

Prin studierea unității de curs *Fiabilitatea componentelor electronice* se urmărește formarea la elevi a următoarelor valori și atitudini:

- adaptarea la cerințele pieței muncii și la dinamica evoluției tehnologice;
- respectarea standardelor în vigoare referitoare la asigurarea calității produselor și serviciilor;
- conștientizarea aplicării în practică a circuitelor electronice studiate.

Studierea acestei discipline contribuie la familiarizarea cu noțiunile de bază ale teoriei fiabilității și cu metodele de evaluare a indicatorilor de fiabilitate a produselor tehnice, cu accent pe componente și dispozitive electronice.

Fiabilitatea componentelor electronice este unitatea de curs care contribuie la formarea competențelor profesionale și creează precondiții pentru studierea următoarelor unități de curs:

S.08.O.025 Diagnosticarea și testarea echipamentelor electronice;

S.08.O.027 Modelarea sistemelor electronice.

III. Finalitățile de învățare specifice disciplinei

Unitatea de curs *Fiabilitatea componentelor electronice* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în *Standardul de calificare Tehnician/tehniciană în electronică*, care, la rândul lor, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standardul ocupațional:

Rezultate ale învățării (RÎ) din standardul de calificare	Competențe profesionale (CP) din standardul ocupațional
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 unității de curs *Fiabilitatea componentelor electronice*, elevii vor fi capabili:

- să opereze cu noțiunile de bază ale teoriei fiabilității;
- să diferențieze indicatorii cantitativi și calitativi utilizați în descrierea fiabilității elementelor și dispozitivelor;
- să selecteze datele de referință privind indicatorii de fiabilitate ai elementelor, folosind documentația tehnică;
- să interpreteze sensul fizic al valorilor indicatorilor de fiabilitate în baza documentației tehnice;
- să efectueze calculul fiabilității componentelor electronice;
- să efectueze calculul fiabilității echipamentelor electronice.

IV. Administrarea modului

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

V. Unitățile de învățare

Aptitudini	Unități de conținut
1. Teoria fiabilității. Indicatori de fiabilitate	
- Definirea noțiunii de fiabilitate - Descrierea caracteristicilor unui produs sau sistem pentru evaluarea fiabilității	1.1. Teoria fiabilității. Concepte de fiabilitate. Eșec și defecțiune. Ingineria fiabilității. Factorii care afectează fiabilitatea

Aptitudini	Unități de conținut
– Definirea conceptului calitativ și cantitativ al fiabilității unui element, bloc, produs, sistem – Explicarea noțiunii de eșec și defecțiune a unui produs în raport cu funcția specificată – Explicarea factorilor care influențează asupra fiabilității produselor – Interpretarea indicatorilor fundamentali de fiabilitate – Estimarea statistică a indicatorilor fundamentali de fiabilitate	1.2. Măsurarea fiabilității. Starea de eșec sau succes în funcționare 1.3. Indicatori de fiabilitate: - numărul de ore cumulative; - rata (intensitatea) de defectare (FIT – <i>Failures in Time</i>); - timpul mediu dintre defectări succesive – MTBF; - timpul mediu până la defectare – MTTF; - timpul mediu pentru reparație – MTTR sau MTR; - timpul mediu pentru repunerea în funcțiune – MTTRS; - timpul mediu între operațiile de întreținere – MTBM; - disponibilitatea (<i>availability</i>)
2. Fiabilitatea componentelor electronice	
– Descrierea indicatorilor de fiabilitate ai componentelor electronice – Distingerea indicatorilor de fiabilitate ai componentelor electronice – Alegerea valorii medii a ratei de defectare pentru componentele pasive – Determinarea valorilor de referință ale ratei de defectare a elementelor pentru un anumit regim electric și de temperatură – Distingerea modurilor și mecanismelor de defectare ale componentelor pasive. – Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai componentelor pasive – Alegerea valorii medii ale ratei de defectare pentru elemente de comutare – Distingerea modurilor și mecanismelor de defectare ale elementelor de comutare – Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai elementelor de comutare – Alegerea valorii medii a ratei de defectare pentru dispozitive semiconductoare	2.1. Indicatori de fiabilitate ai componentelor electronice. Rata de defectare. Factorul de sarcină electrică al elementelor. Legătura dintre rata defectărilor unei componente și nivelul ei de solicitare. Caracteristicile F_{nom}. Valori de referință pentru ratele de defectare ale elementelor pasive și ale elementelor de comutare. Caracteristicile de fiabilitate ale elementelor standard 2.2. Influența solicitărilor și a mediului ambiant asupra intensității de defectare a componentelor electronice. Recalcularea tehnică a valorilor de referință ale ratei de defectare a elementelor pentru un anumit regim electric și regim de temperatură 2.3. Fiabilitatea componentelor pasive (rezistoare, condensatoare, bobine și transformatoare). Rata (intensitatea) de defectare. Valori medii ale ratelor de defectare. Moduri și mecanisme de defectare

Aptitudini	Unități de conținut
– Distingerea modurilor și mecanismelor de defectare ale dispozitivelor semiconductoare – Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai dispozitivelor semiconductoare – Alegerea valorii medii a ratei de defectare pentru circuite integrate – Distingerea modurilor și mecanismelor de defectare ale circuitelor integrate – Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai circuitelor integrate	2.4. Fiabilitatea elementelor de comutare. Rata (intensitatea) de defectare pentru elementele de comutare. Moduri și mecanisme de defectare 2.5. Fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare (diode semiconductoare, tranzistoare, tiristoare). Rata (intensitatea) de defectare. Moduri și mecanisme de defectare 2.6. Fiabilitatea circuitelor integrate. Metode de calcul al indicatorilor de fiabilitate ai circuitelor integrate. Circuite integrate semiconductoare și hibride. Rata (intensitatea) de defectare. Moduri și mecanisme de defectare
3. Fiabilitatea sistemelor electronice	
– Definirea fiabilității unui sistem electronic – Distingerea indicatorilor de fiabilitate pentru un sistem electronic – Distingerea schemelor bloc de fiabilitate – Analiza schemelor-bloc de fiabilitate – Calcularea fiabilității unui sistem în funcție de schema-bloc de fiabilitate – Explicarea raportului dintre fiabilitatea sistemelor electronice și fiabilitatea elementelor componente	3.1. Fiabilitatea sistemelor electronice. Indicatori de fiabilitate. Modele de structură a fiabilității. Schema-bloc de fiabilitate cu elemente conectate în serie. Calculul fiabilității 3.2. Schema-bloc de fiabilitate cu elemente conectate în paralel și mixt. Calculul fiabilității 3.3. Relațiile dintre fiabilitatea sistemului și fiabilitatea elementelor

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică	
1.	Teoria fiabilității. Indicatori de fiabilitate	8	4	2	4
2.	Fiabilitatea componentelor electronice	30	10	10	8
3.	Fiabilitatea sistemelor electronice	22	6	8	8
	Total	60	20	20	20

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare
1. Teoria fiabilității. Indicatori de fiabilitate		
1.1. Indicatori fundamentali de fiabilitate. Rata de defectare a elementelor pentru un anumit regim electric și de temperatură	Exerciții rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
2. Fiabilitatea componentelor electronice		
2.1. Indicatorii de fiabilitate ai componentelor pasive 2.2. Indicatorii de fiabilitate ai elementelor de comutare 2.3. Indicatorii de fiabilitate ai dispozitivelor semiconductoare 2.4. Indicatorii de fiabilitate ai circuitelor integrate	Exerciții rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor
3. Fiabilitatea sistemelor electronice		
3.1. Calculul fiabilității unui sistem cu elemente conectate în serie 3.2. Calculul fiabilității unui sistem cu elemente conectate în paralel 3.3. Calculul fiabilității unui sistem cu elemente conectate mixt	Exerciții rezolvate	Prezentarea și interpretarea rezultatelor

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

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Unități de învățare	Lista lucrărilor practice	Ore
1. Teoria fiabilității. Indicatori de fiabilitate	1. Recalcularea tehnică a valorilor de referință ale ratei de defectare a elementelor pentru un anumit regim electric și de temperatură	2
2. Fiabilitatea componentelor electronice	2. Alegerea indicatorilor de fiabilitate ai componentelor electronice 3. Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai componentelor pasive	10

	4. Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai elementelor de comutare 5. Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai dispozitivelor semiconductoare 6. Determinarea indicatorilor de fiabilitate ai circuitelor integrate	
3. Fiabilitatea sistemelor electronice	7. Calcularea fiabilității unui sistem cu elemente conectate în serie 8. Calcularea fiabilității unui sistem cu elemente conectate în paralel 9. Calcularea fiabilității unui sistem cu elemente conectate mixt	8
Total		20

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile disciplinei *Fiabilitatea componentelor electronice* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile grupului de elevi cu care se lucrează. Parcurgerea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Disciplina *Fiabilitatea componentelor electronice* are o structură flexibilă, care permite încorporarea altor conținuturi, considerate relevante pentru atingerea rezultatelor învățării.

Structurați conținutul unității de curs într-o manieră logică și progresivă. Asigurați-vă că conținutul acoperă temele esențiale, precum: Termeni și definiții de bază ale teoriei fiabilității; Indicatori de fiabilitate; Fiabilitatea componentelor electronice; Fiabilitatea sistemelor electronice.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale tuturor elevilor.

Pentru atingerea rezultatelor învățării este utilă îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, lucrul individual) cu activități ce solicită efort colectiv (de echipă, de grup).

Încurajați colaborarea și lucrul în echipă în timpul activităților practice. Lucrările practice sunt adesea un efort colectiv, iar lucrul în echipă poate îmbunătăți capacitatea elevilor de a rezolva probleme complexe prin comunicare și împărtășirea propriilor idei și opinii.

Furnizați resurse de învățare potrivite, cum ar fi manuale și îndrumare, cataloage ale componentelor, surse Internet 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 tehnologii din domeniul fiabilității sistemelor electronice și fiți deschiși să contribuiți la actualizarea și adaptarea curriculumului în consecință.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

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 cunoștințelor, să identifice lacunele și cauzele lor, să realizeze un feedback eficient în vederea reglării procesului de predare-învățare. *Evaluarea continuă* a elevilor va fi efectuată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării, iar în calitate de metode de evaluare se recomandă:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, care permite evaluarea capacităților elevilor pentru o sarcină dată;
- investigația, care verifică permanent progresul elevilor și contribuie la îmbunătățirea rezultatelor lor;
- autoevaluarea, prin care elevul apreciază 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 practice, care oferă evaluarea cunoștințelor dobândite în timpul orelor de teorie, dar și dezvoltarea deprinderilor și a abilităților de analiză și rezolvare a problemelor legate de materialul studiat.

În calitate de instrumente de evaluare pot fi folosite:

- fișe de observație,
- fișe de autoevaluare,
- fișe cu întrebări tip grilă, întrebări cu alegere multiplă, întrebări de completare.

Principalele produse, propuse elevilor pentru elaborare și evaluare, sunt:

- exerciții practice,
- scheme logice de fiabilitate ale sistemelor.

Produsele elevilor vor fi evaluate în baza următoarelor criterii:

- identificarea parametrilor de fiabilitate;
- identificarea/estimarea ratei de defectare a componentelor electronice;
- rezultatele obținute;
- modul de interpretare a rezultatelor;
- modul de prezentare a rezultatelor.

Evaluarea sumativă la disciplina *Dispozitive electronice* 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. Totodată, testul va include rezolvarea de probleme practice, analiza situațiilor-problemă.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Orele la disciplina *Fiabilitatea componentelor electronice* se recomandă să fie ținute în cabinete de

specialitate din unitatea de învățământ, amenajate și dotate cu echipament multimedia de tip: proiector, ecran, computer/laptop.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul unde poate fi consultată/accesată resursa
1	Deneș, C., <i>Fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor. Suport de curs</i> . Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu, 2006.	Biblioteca instituției de învățământ
2	Cătuneanu, V. M., Mihalache, A., <i>Bazele teoretice ale fiabilității</i> . Editura Academiei Române, București, 1983.	Biblioteca instituției de învățământ
3	Cătuneanu, V. M., Bacivarof, I., <i>Fiabilitatea sistemelor de telecomunicații</i> . Editura Militară, București, 1985.	Biblioteca instituției de învățământ
4	Ganciu, T., <i>Fiabilitate</i> . Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași, 1994.	Biblioteca instituției de învățământ
5	Hohan, I., <i>Tehnologia și fiabilitatea sistemelor</i> . Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.	Biblioteca instituției de învățământ
6	Panaite, V., Popescu, M. O., <i>Calitatea produselor și fiabilitate</i> . București, Editura Matrix Rom, 2003.	Biblioteca instituției de învățământ
7	Zlatian, Radu, <i>Fiabilitatea echipamentelor electronice. Verificarea și testarea proiectării</i> . Aius, Craiova, 2017.	Biblioteca instituției de învățământ
8	Ямпурин, Н. П., Баранова А. В., <i>Основы надёжности электронных средств: Учебное пособие</i> . М.: «Академия», 2010.	https://academia-moscow.ru/ftp_share/books/fragments/fragment_21187.pdf
9	Половко, А. М., Гуров, С. В., <i>Основы теории надежности: Практикум</i> . СПб.: БХВ-Петербург, 2006.	Biblioteca instituției de învățământ
10	Баранова, А. В., Ямпурин, Н. П., <i>Основы надёжности электронных средств: Учебное пособие для студентов всех форм обучения</i> . 2-е изд., перераб. и доп., Нижний Новгород: НГТУ, 2009.	Biblioteca instituției de învățământ
11	Березкин, Е. Ф., <i>Надёжность и техническая диагностика систем: Учебное пособие</i> . М.: НИЯУ МИФИ, 2012.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_re

		d&book_id=231590
12	Никулин, С. М., <i>Надёжность элементов радиоэлектронной аппаратуры</i> . М.: Энергия, 1979.	Biblioteca instituției de învățământ
13	Прасов, М. Т., Степанов, Ю. С., <i>Эксплуатационная надёжность электронных средств: Учебное пособие для высшего профессионального образования</i> . Орел: ФГОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК», 2011.	https://elib.oreluniv.ru/media/attach/note/2011/Prasov_expl_nadezhnost.pdf