



Ministerul Educației al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprob
Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,
Vrînceanu
2017

Curriculumul modular
S.07.O.021 Tehnici de comutație și rutare

Specialitatea: 71480 Tehnologii și rețele de telecomunicații

Calificarea: Tehnician rețele de telecomunicații

Chișinău 2017

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autori:

Stela BOUNEGRU, cadru didactic, grad didactic I, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Natalia POPOV, cadru didactic, grad didactic II, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Radu PÎRȚÎNA, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Director

Vasile VRÎNCEANU



17 Aprilie 2017

Recenzenți:

1. Alexandru COREȚCHI, Director S.R.L. „NET IT PULS”
2. Sergiu GAUGAȘ, Vice Director S.R.L. „STARNET”

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. Competențele profesionale 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 recomandate.....	10
IX. Sugestii metodologice	10
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale	12
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii	13
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	13

I. Preliminarii

Studiul unității de curs **Tehnici de comutație și rutare** prevede asigurarea cunoștințelor referitoare la structura și caracteristicile sistemelor de comutație și rutare. Cea mai importantă sarcină a sistemelor și rețelelor de comunicații digitale este de a asigura disponibilitatea echipamentelor pe termen lung. O rețea de comunicații reprezintă un ansamblu de echipamente de rețea interconectate prin intermediul unor medii de comunicație, asigurându-se în acest fel utilizarea în comun de către un număr de utilizatori a tuturor resurselor fizice (hardware) și logice (software și aplicații de baza).

Unitatea de curs Tehnici de comutație și rutare are menirea de a prezenta problematica largă a **comutației**, care este componentul inteligent al rețelei de telecomunicații, prezentând într-o organizare didactică elementele fundamentale ale *tehnichilor și sistemelor de comutație*. Prin scopul său disciplina își propune să formeze la elevi o gândire eficientă și deprinderi practice în domeniu.

Înainte de a începe studierea acestui modul este necesară parcurgerea următoarelor unități de curs:

- F.01.O.009 Materiale și componente pasive;
- F.04.O.013 Dispozitive electronice;
- F.05.O.014 Circuite analogice și digitale;
- S.04.O.018 Linii de transmisiuni;
- S.06.O.020 Sisteme și tehnologii multiplexe.

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Studierea acestui modul va contribui la formarea și dezvoltarea de competențe profesionale ce corespund nivelului de calificare:

- Cunoștințe factice, principii, procese și concepte generale din domeniul tehnicilor și sistemelor de comutații;
- Analiza unităților funcționale ale unui sistem de comutație;
- Stabilirea tipurilor de legături prin sistemele de comutație;
- Explicarea structurii câmpurilor de comutație spațiale;
- Descrierea structurii și funcționarea câmpurilor de comutație digitale;
- Analiza principiilor comenzii în sistemele de comutație;
- Descrierea arhitecturii unității de comandă centralei telefonice automate;
- Analiza principiilor semnalizării specifice sistemelor de comutație
- Utilizarea metodelor de testare nedistructivă respectând normele de sănătatea și securitatea muncii.

Competențele formate și dezvoltate în cadrul acestui modul vor fi necesare pentru studierea unităților de curs orientate spre rețele și tehnologii de telecomunicații.

III. Competențele profesionale specifice modulului

Competențele profesionale specifice modulului sunt:

- CS1. Analiza unităților funcționale ale unui sistem de comutație
- CS2. Descrierea tehnicilor de comutație spațiale și temporale
- CS3. Analiza principiilor comenzii în sistemele de comutație
- CS4. Precizarea semnalizărilor utilizate în sistemele de comutație

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct Prelegeri	Practică/ Seminar			Lucrul individual
VII	120	30	30*	60	examen	4

Notă: 20* ore din lecțiile practice/seminar sunt prevăzute pentru elaborarea lucrării/proiectului de curs.

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Tehnici și sisteme de comutație		
UC1. Analizarea arhitecturilor și topologiilor de rețea UC2. Identificarea echipamentelor rețelelor de comunicații electronice	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarea structurii generale a unui sistem de comutație: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Definirea unui sistem de comutație</i> ▪ Blocurile funcționale ale unui sistem de comutație: unitate de acces, unitate de control sistem, câmp de comutație ▪ <i>Etapile de tratare a apelurilor: preselecția, recepția cifrelor numărului apelat, analiza și semnalizările între centrale, apelul și convorbirea pentru un apel de ieșire, eliberarea apelului</i> 2. Clasificarea câmpurilor de comutație (după tehnica de comutație, formatul 	<ol style="list-style-type: none"> A1. Reprezentarea ierarhică a rețelelor telefonice A2. Precizarea blocurilor funcționale ale unui sistem de comutație A3. Analizarea etapelor de tratare a apelurilor A4. Descrierea tehnicilor de comutație A5. Definirea tehnicii comutației de circuite și tehnicii comutației de pachete A6. Precizarea funcționării comutatoarelor: spațial, comutator temporal, comutator

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>semnalului de convorbire și natura punctelor de conexiune)</p> <p>3. Câmpuri de comutație spațiale (structură, concentrator-distribuitor, comutatoare spațiale în trepte)</p> <p>4. Câmpuri de comutație digitale (principiul comutației digitale, structura și funcționarea comutatorului temporal-digital, structura și funcționarea comutatorului spațial-digital, comutatoare digitale în trepte).</p>	spațio-temporal
2. Comanda în sistemele numerice de comutație		
UC3. Analizează principiile comenzii comutației.	<p>1. Principiile comenzii în sistemele de comutație</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcțiile unității de comandă ▪ Arhitectura unității de comandă ▪ Principii de comandă: centralizată, distribuită ▪ Programarea centralelor de abonat. <p>2. Comanda și controlul comutației. Prelucrarea apelurilor.</p>	<p>A7. Analiza principiilor comenzii în sistemele de comutație</p> <p>A8. Descrierea arhitecturii unității de comandă centralei telefonice automate</p> <p>A9. Precizarea funcțiilor realizate în unitatea de comandă</p> <p>A10. Analiza comparativă a metodelor de prelucrare a apelurilor</p>
3. Semnalizări		
UC4. Analiza principiilor semnalizărilor specifice sistemelor de comutație	<p>1. Tipuri de semnalizări telefonice funcție de tipul apelului.</p> <p>2. Proceduri de semnalizare conform recomandărilor CCITT.</p> <p>3. Particularități ale semnalizării pe canal semafor</p> <p>4. Echipamente necesare semnalizării</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Clasificarea tipurilor de semnalizări</i> în funcție de modul de transfer a informațiilor de semnalizare: semnalizări pe canal asociat, semnalizări pe 	<p>A11. Configurarea arhitecturilor sistemelor și rețelelor de comunicații</p> <p>A12. Utilizarea efectivă a semnalizărilor folosite în sistemele de telecomunicații</p> <p>A13. Interpretarea semnalizărilor transmise prin canal semafor</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>canal comun;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Definirea semnalizărilor</i> transmise între centrala telefonică și terminalul de abonat și între centralele telefonice ▪ <i>Semnalizări între centrale:</i> semnalizări de linie, semnalizări de selecție, semnalizări în cod de frecvențe, cod DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) 	
4. Organizarea unei rețele telefonice		
UC5. Asistența în modernizarea rețelei telefonice	<p>1. Cerințele principale înaintate rețelelor telefonice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schema de structură a rețelei telefonice; - Determinarea capacității de montare; - Calculul intensității traficului; - Determinarea volumului de echipament; - Descrierea traseului de conexiune și fazele de apel pentru organizarea unui apel telefonic. 	<p>A14. Analizarea caracteristicilor tehnice ale componentelor unei rețele telefonice;</p> <p>A15. Identificarea posibilităților de alegere a componentelor unei rețele telefonice;</p> <p>A16. Efectuarea calculelor tehnice pentru dimensionarea volumului de echipament pentru centrala de proiectare;</p> <p>A17. Schițarea schemei traseului de conexiune pentru organizarea unui apel telefonic dintre doi abonați.</p>

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/Seminar	
1.	Tehnici și sisteme de comutație	52	16	8	28
2.	Comanda în sistemele numerice de comutație	10	6	0	4
3.	Semnalizări	18	8	2	8
4.	Organizarea unei rețele telefonice urbane	40	0	20	20
	Total	120	30	30	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Tehnici și sisteme de comutații			
Clasificarea sistemelor și rețelelor de telecomunicații. Evoluția sistemelor de comutație.	Prezentare PowerPoint	Prezentare multimedia	Săptămâna 1
Rețeau de telefonie publică PSTN. Moduri de utilizare a rețelei PSTN	Studiu de caz	Prezentare multimedia	Săptămâna 2
Rețele de acces prin PABX / IP-PBX. Blocurile caracteristice unei centrale PABX. Funcțiile și facilitățile oferite de centrala PABX.	Studiu de caz	Prezentare multimedia	Săptămâna 3
Interfețe analogice. Funcțiile și condițiile de funcționare ale interfețelor analogice. Postul telefonic	Proiect	Aplicații practice	Săptămâna 4
Rețele ISDN. Structura și serviciile rețelei tip ISDN. Interfețe și echipamente specifice rețelei ISDN. Facilitățile oferite de tehnologia B-ISDN.	Proiect	Prezentare multimedia	Săptămâna 5
Câmpuri de comutație matriciale. Structuri în trepte. Rețele Clos. Caracteristicile structurilor Clos.	Studiu de caz	Prezentare în scris sub formă de tabel format A4,	Săptămâna 6

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
		2-4 pagini	
Comutația de pachete. Adresarea și dirijarea. Reasamblarea mesajelor. Circuitul virtual. Algoritmi utilizați în dirijarea pachetelor. Rutarea în rețelele cu comutație de pachete.	Studiu de caz	Prezentare multimedia	Săptămâna 7
2. Comanda în sistemele numerice de comutație			
Comanda distribuită. Comanda cu program înregistrat.	Harta conceptuală: analiza comparativă a caracteristicilor, avantajelor și dezavantajelor	Prezentare în scris sub formă de tabel format A4, 2 pagini.	Săptămâna 8
3. Semnalizări			
Structura funcțională a sistemului nr. 7. Formatul cadrelor semafor.	Prezentare	Comunicare	Săptămâna 9
Tehnologia NGN (Next Generation Network). Caracteristici și avantajele tehnologiilor de transport moderne.	Studiu de caz	Prezentare	Săptămâna 10
4. Organizarea unei rețele telefonice			
Schema funcțională a centralei de proiectare. Descrierea modulelor funcționale – parametri și caracteristici	Studiu de caz	Prezentare în scris sub formă de schemă bloc	Săptămâna 11
Determinarea intensității traficului local și interurban.	Proiect individual	Prezentarea rezultatelor	Săptămâna 12
Determinarea intensității traficului intern. Calculul intensității traficului unităților distante	Proiect individual	Prezentarea rezultatelor	Săptămâna 13
Tratarea apelului local în centrala telefonică AXE-10, ALCATEL, SI-2000	Studiu de caz	Prezentare în scris sub formă de schemă bloc și organigramă	Săptămâna 14
Organizarea treseului de conexiune a unui apel telefonic dintre doi abonați	Studiu de caz	Prezentare în scris sub formă de schemă bloc și organigramă	Săptămâna 15

VIII. Lucrările de laborator recomandate

Pentru unitatea de curs **Tehnici de comutație și rutare** sunt prevăzute 20* ore pentru realizarea lucrării/proiectului de curs și 10 ore pentru elaborarea lucrărilor practice/labrador:

1. Analizarea etapelor de tratare a apelurilor conform schemelor funcționale
2. Sinteza rețelelor de conexiune cu unul sau mai multe etaje
3. Analizarea funcționării comutatoarelor temporale digitale spațiale
4. Identificarea semnalizărilor transmise în telecomunicații
5. Determinarea intensității traficului în centrala telefonică și dispersia traficului pe rute.

IX. Sugestii metodologice

Elementul de bază al Curriculumului sunt competențele ce trebuie formate și dezvoltate în procesul de formare profesională. Acestea vor fi formate prin organizarea eficientă a procesului de instruire. Pentru aceasta sunt necesare două condiții:

1. *Organizarea activităților.* Pentru buna organizare a procesului didactic ambii participanți necesită de a-și organiza activitățile. De modul cum sunt organizate acestea depinde în mare măsură nivelul de formare a competențelor. În această ordine de idei, în procesul de organizare a activităților se vor asigura:

- condiții optime pentru buna colaborare dintre elev și profesor;
- un set de procese care duc la îmbunătățirea relațiilor dintre părți;
- un nivel de implicare a părților acționând în baza unor reguli și acțiuni prestabilite.

2. *Selectarea adecvată a metodelor de instruire.* Se recomandă utilizarea metodelor de instruire precum:

Simularea și modelarea. Simularea este utilizată pentru prezentarea la faza inițială a unor concepte, oferind posibilitatea de ghidare a activității elevului în bază de situații practice. Prin intermediul acestei metode se pot reda, prin analogie, diverse situații, raționamente, care pot să reprezinte relații dintre obiecte, fenomene, procese etc.

Problematizarea mai poate fi denumită și predare prin rezolvare de probleme sau predare productivă de probleme. Conform acestei metode instruitului este pus în fața unor dificultăți create în mod deliberat, și prin depășirea lor învață ceva nou. „Punctul forte” al metodei îl constituie situația-problemă. Din această cauză este necesar de a formula corect situația. La crearea situație de tip problemă se va ține cont de următoarele caracteristici:

- A. Situația trebuie să prezinte o dificultate pentru instruit, iar pentru a găsi soluția, acesta se va confrunta cu efort de gândire;
- B. Situația trebuie să prezinte interes, astfel încât acesta să acționeze spre a rezolva problema;
- C. Situația trebuie să orienteze activitatea instruitului spre a rezolva problema și de a-l interesa pe acesta de a dobândi noi cunoștințe;

D. Rezolvarea situației nu va fi posibilă fără a apela la resurselor recent dobândite.

Prin intermediul situației create, instruitul este cointerestat de a studia, analiza și a participa la rezolvarea problemei. Aplicarea acestei metode presupune parcurgerea a patru etape:

1. Formularea problemei – este descrisă situația problemă, explicarea, după necesitate a diferitor puncte cheie, care ar permite instruitului să perceapă problema;
2. Studiarea problemei – se lucrează în mod independent, sunt reactualizate anumite resurse;
3. Determinarea soluției – în cadrul acestei etape sunt pregătite resursele necesare, se descoperă mijloacele care duc la rezolvarea problemei și este analizat modul de aplicare a acestora în determinarea soluției;
4. Obținerea rezultatului final – se analizează rezultatul obținut și formate anumite concluzii.

Algoritmizarea reprezintă o metodă de predare-învățare bazată pe utilizarea și valorificarea algoritmilor în procesul de instruire. Algoritmul de instruire se reprezintă sub forma unui grup de scheme, unui set de operații, iar prin parcurgerea lor într-o ordine bine stabilită duce la rezolvarea unui set de probleme caracteristice unei familii de situații. În rezultatul aplicării acestei metode se va oferi posibilitatea studentului de a elabora treptat propriile scheme, aplicabile în diferite circumstanțe didactice.

Instruirea asistată de calculator este o metodă didactică care valorifică principiile de modelare și analiză cibernetică. Prin intermediul calculatorului se pune la dispoziția elevului un set de probleme, care necesită a fi analizate, completate sau elaborate. Utilizarea metodei va oferi posibilitatea de organizarea informației conform cerințelor programei adaptabile la capacitățile fiecărui elev; stimularea cognitivă a elevului prin secvențe didactice și întrebări ce vizează depistarea unor lacune, probleme, situații-problemă; rezolvarea sarcinilor didactice prezentate anterior prin reactivarea sau obținerea informațiilor necesare de la resursele informatice apelate prin intermediul calculatorului; realizarea unor sinteze recapitulative după parcurgerea unor teme, module de studiu, lecții; asigurarea unor exerciții suplimentare de stimulare a creativității studentului.

Metoda studiul de caz valorifică o situație reală care se analizează și se rezolvă. Așa cum problemele rezolvate în stilul orientat pe obiecte au un grad sporit de dificultate, sunt cazuri când este necesar de a prezenta elevului probleme deja rezolvate. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre elev își va aduce aportul la analiza și rezolvarea problemei. În utilizarea acestei metode se conturează câteva etape: 1) Selectarea și prezentarea cazului; 2) Organizarea echipelor de lucru; 3) Prelucrarea și conceptualizarea; 4) Structurarea finală a studiului.

Instruirea prin proiecte reprezintă o modalitate de instruire/autoinstruire grație căreia elevii, dar mai ales elevii efectuează o cercetare orientată spre obiective practice și finalizată într-un produs ce poate fi un obiect, un aparat, o instalație, o culegere tematică, un album, o lucrare științifică etc.

Parcurgerea conținuturilor se va realiza în integralitatea lor. Pentru atingerea competențelor specifice stabilite prin modul, profesorul are libertatea de a dezvolta anumite conținuturi, de a le eșalona în timp, de a utiliza activități variate de învățare, cu accentuare pe cele cu caracter aplicativ, centrate pe elev.

Între competențe și conținuturi există o relație biunivocă: competențele determină parcurgerea conținuturilor tematice, iar prin parcurgerea conținuturilor tematice se asigură dobândirea, de către elevi, a competențelor dorite.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe competențe presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Evaluarea continuă va fi structurată în evaluări formative și evaluări sumative (finale) ce țin de interpretarea creativă a informațiilor și de capacitatea de a rezolva situațiile de problemă.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor și obținerea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, evidențierea succeselor, implementarea evaluării selective sau individuale.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de realizare a fiecărei evaluări.

Pentru evaluarea competențelor incluse în curriculumul de **Tehnici de comutație și rutare** se recomandă utilizarea unor metode și instrumente moderne de evaluare:

- Fișe de lucru (în clasă, acasă);
- Fișe cu itemi rezolvare de probleme, itemi de completare, itemi cu alegere multiplă, itemi cu alegere duală;
- Observarea sistematică a elevului;
- Miniproiectul prin care se evaluează metodele de lucru folosite de elev, utilizarea eficientă a bibliografiei, materialelor și echipamentelor din dotare, modul de organizare a ideilor și resurselor materiale, acuratețea tehnică a execuției;
- Portofoliul, ca instrument de evaluare flexibil, complex, integrator, ca o modalitate de înregistrare a performanțelor elevilor pe o anumită durată de timp.

Evaluarea formativă, continuă și regulată permite atât profesorului cât elevului să cunoască nivelul de achiziție a competențelor, să identifice lacunele și cauzele lor, să facă remediile care se impun în vederea reglării procesului de predare / învățare.

Se evaluează numai competențele din acest modul, evaluarea altor competențe nefiind relevantă. O competență se evaluează o singură dată. Demonstrarea unei alte abilități în afara celor din competențele specificate este lipsită de semnificație în cadrul evaluării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește dobândirea competențelor specificate.

Pe parcursul modului se realizează evaluare continuă, prin aplicarea instrumentelor de evaluare continuă (probe scrise, probe orale, probe practice), iar la sfârșitul lui se realizează evaluare sumativă, pentru verificarea atingerii competențelor.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Calculator, proiector multimedia / tablă interactivă
Pentru orele de laborator	Laborator cu standuri cu aparate și echipamente specializate, echipamente de măsură și control. Sală de calculatoare care asigură fiecărui elev un calculator.
Cerințe tehnice	
Parametri tehnici minimi ai calculatorului	Procesor: 2 GHz. Memorie operativă: 4 GB. Unitate de stocare: 500 GB. Afișaj și grafică: size: 22", resolution: 1366 × 768. Network: Ethernet, 100 Mb.
Software	Sistem de Operare Microsoft Windows. Platforme de învățare
Hardware	Dispozitive de rețea: PABX, router-e, switch-uri, patchcord-uri, conectori, cabluri.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa
1.	Graziela Niculescu, Lucian Ioan Tehnici și sisteme de comutație, Ed. MatrixRom, București 2001	Biblioteca instituției
2.	Doru Suci Fundamente ale sistemelor de comunicații, Ed. MatrixRom, București 2009	Biblioteca instituției
3.	Graziela Niculescu, Ștefania Bărbălău Analiza și modelarea sistemelor de comunicații, Ed. MatrixRom, București 1997	Biblioteca instituției
4.	Dan Galațchi Problematika rutării în rețelele de comutare de pachete, Ed. MatrixRom, București 2005	Biblioteca instituției
5.	Lucian Ioan, Graziela Niculescu Sisteme de comunicații, Ed.	Biblioteca instituției

	MatrixRom, București 2012	
6.	Roxana Zoican, Dan Galațchi Managementul rețelelor de telecomunicații, Ed. MatrixRom, București 2004	Biblioteca instituției
7.	Tatiana Rădulescu Rețele de telecomunicații, Ed. Thalia, București 1997	Biblioteca instituției
8.	Andrew S. Tannenbaum Rețele de calculatoare, Ediția a patra, Editura Byblos 2004	Internet
9.	www.en.wikipedia.org/wiki/Telephone_exchange ,	Internet
10.	www.networkdictionary.com/telecom/pstn.php	Internet
11.	https://docstore.mik.ua/orelly/networking/tcpip/index.htm	Internet