Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Telecomunicaţii**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Licenţă
1.6 Specializarea	Reţele şi Software de Telecomunicaţii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Reţele şi servicii			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Eugen Borcoci			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof.dr.ing. Marius Vochin			
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.304		2.10 Tipul de notare	Nota

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităţilor didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					59
Tutorat					0
Examinări					10
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	69.00
3.8 Total ore pe semestru	125
3.9 Numărul de credite	5

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Structuri de date si algoritmi, Comunicatii analogice si digitale, Arhitecturi şi protocoale de comunicaţii, Comunicaţii de date, Arhitectura sistemelor de calcul
4.2 de rezultate ale învăţării	Programarea calculatoarelor, cunostinte de baza despre sisteme de operare, cunostinte de baza privind tehnologiile de comunicatii analogice si digitale, protocoale de comunicatie.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi calculator.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare şi echipamente de retea, software specializat pentru management, control, rutare, QoS si servicii

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învăţământ al specializării studiate etc.)*

Disciplina se studiază la specializarea Reţele şi software de telecomunicaţii avand ca obiectiv să-i familiarizeze pe studenţi cu principalele modele, arhitecturi, metode si protocoale utilizate in domeniul retelelor integrate. Disciplina este o continuare a cursului anterior Arhitecturi si protocoale de comunicatii. Subiecte specifice : arhitecturi cu mai multe plane functionale cu exemple din IEEE.802.16, MPLS, NGN retele vehiculare. Se detaliaza algoritmii si protocoalele de rutare interioara (RIP, OSPF) si exterioara (BGP), pentru retele cu mobilitate (AODV) pentru sisteme UAV (drone). Se studiaza prioncipiile, functiile si si metodele de control si asigurare a calitatii serviciilor (QoS) pentru comunicatii media peste retele TCP/IP (servicii diferentiate, integrate, combinatii). Se introduc elemente de tehnologii avansate SDN, NFV, 4G, IoT, 5G, cloud si procesare periferica.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	CP generale : specificarea, proiectarea, implementarea, testarea, instalarea, exploatarea si dezvoltarea ulterioara de retele si servicii pentru comunicatii integrate. CP Specifice : CP1: Arhitecturi stratificate multi-plan pentru retele si servicii. CP2: Cunostinte generale privind infrastructuri de retea (LAN, MAN WAN) si servicii pentru comunicatii fixe si mobile. CP3: Cunostinte de interconectare si rutare mono- si multi-domeniu. CP4: Cunostinte privind tehnologiile QoS la nivel retea. CP5: Cunostinte privind tipuri de servicii si combinarea acestora. CP6: Elemente privind tehnologii recente : retele definite prin software, virtualizarea functiilor de retea, Internetul obiectelor, tehnologii cloud, etc.
Transversale (generale)	CT1: Analiza metodică a problemelor si identificarea solutiilor. CT2: Adaptarea la noile tehnologii, prin formare continuă. CT3: Evaluarea combinata a solutiilor sistemelor si retelelor de telecomunicatii din punct de vedere tehnic, economic si al impactului social si de mediu.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

Cunoștințe	*Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.* Identificarea cerintelor utilizatorilor, furnizorilor si specificarea arhitecturii unei retele pentru scopuri si servicii specifice in diverse topologii. Selectarea metodelor si protocoalelor de rutare adecvate solutiei. Proiectarea seturilor de mecanisme pentru controlul si asigurarea calitatii serviciilor in comunicatii media. · Dezvoltari pentru introducerea si adaptarea la tehnologii noi (retele definite prin software, virtualizarea functiilor de retea, 5G, etc.)
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).* · Selectează și grupează informații relevante (cerinte, restrictii, conditionari) in functie de entitatile modelului commercial (utilizatori sau furnizori) al sistemului. Poate analiza problemele specifice şi principiile care stau la baza reţelelor de comunicaţii si servcii. Lucrează în echipă, având capacitatea de a proiecta, implementa şi utiliza sisteme de comunicaţii. · Poate elabora specificatii de system si texte stiintifice. · Verifică experimental soluții identificate si rezolvă aplicații practice. · Analizează și compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme · Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare. · Formulează concluzii la problemele soluţionate. · Argumentează soluțiile identificate şi modurile de rezolvare
Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.* · Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. · Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. · Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. · Manifestă colaborare cu ceilalți colegi şi cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. · Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau in situația problemelor de rezolvat. · Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). · Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. · Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. · Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

9. Metode de predare *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Procesul de predare va utiliza metode de predare expozitive (prelegerea, expunerea), şi conversational-interactive, bazate pe explorarea directă şi indirectă a realităţii (experimente, demonstraţii, modelare), şi pe metode de tip exerciţiu: activităţi practice şi rezolvarea de probleme.

Prelegerile/prezentările vor fi puse la dispoziţia studenţilor pe platformele Moodle si Teams. Fiecare curs va recapitula pe scurt capitolele anterioare, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini şi scheme. Se vor exersa abilităţile de ascultare activă şi de comunicare declarativa, precum şi de feedback, în situaţii diverse pentru adaptarea demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Cap. 1. Arhitecturi multi-plan, evolutii Introducere. Modele comerciale (BM) perationale (entitati functionale/actori, exemple, contracte de servicii, BM in sisteme cu virtualizare, "Cloud/edge computing", BM in sisteme 5G). Exemple de arhitecturi multi-plan: IEEE 802.16, MPLS, NGN.	6
2	Cap.2 Algoritmi si protocoale de rutare Algoritmi Clasificari. Algoritmi de rutare de baza (Dijkstra, Ford, etc.), exemple de alg. centralizati. Variante distribuite de algoritmi de rutare. Combinatii si extensii (evitarea buclelor in algoritmi cu vectori de distanta, cai multiple, difuzarea, invatare, "overlay"), Probleme de rutare pentru UAV. Protocoale Potocolul IP (rezumat). Ierarhii de retea Sisteme autonome.Address Resolution Protocol (ARP), Reverse ARP – RARP. Routing Information Protocol (RIP). Open Shortest Path First (OSPF). Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV). Border Gateway Protocol (BGP). IPV6, ICMPV6	8

3	Cap.3. Tehnologii pentru asigurarea calitatii serviciilor Introducere. Tipuri de aplicatii si servicii, cerinte QoS. Cadru arhitectural pentru controlul QoS Functiuni specifice in planul de date: clasificare, marcare, modelare, verificari de conformitate, management de buffer-e, planificarea extragerii, controlul congestiei Planul de control: controlul admisiei apelurilor, rezervarea de resurse, rutarea cu cerinte QoS Garantii QoS, clasificari. Tipuri de servicii de nivel retea: "best effort, diferentiate, integrate Mecanisme specifice: RED, clasificare, marcare,masurare/verificare, modelare a traficului conteiner cu jetoane, extensii . Planificarea extragerii pachetelor - tipuri de planificatoare	8
4	Arhitecturi de retea si tehnologii recente Retele definite prin SW (SDN). Virtualizarea functiilor de retea (NFV). Arhitectura 4G, 5G. Procesare periferica (edge computing)	6
5	Annexes	0
	Total:	28

Bibliografie:

[1] E.;Borcoci “Note de curs RS” -platforma Moodle, Teams
[2] Andrew Tanenbaum, “Computer Networks”, 5th ed. Prentice Hall, 2008, (Andrew Tanenbaum, Retele de calculatoare, Ed. a 4-a, Editura BYBLOS, 2003).
[3] Larry Peterson, Bruce Davie, “Computer Networks. A systems approach”, 4th ed. Morgan Kaufmann, 2007.
[4] Martin W. Murhammer, et.al., “TCP/IP Tutorial and Technical Overview”, IBM Books, 1998
[5] A. FARREL “The Internet and Its Protocols A Comparative Approach” Ed, Morgan Kaufmann, 2004
[6] ITU-T Rec. Y.2001, “General Overview of NGN”
[7] ITU-T Rec. Y.2011, “General Principles and General Reference Model for Next Generation Network.”
[8] Keith Knightson, Naotaka Morita, “NGN Architecture:Generic Principles, Functional Architecture, and Implementation”, IEEE Communications Magazine , October 2005
[9] Peter Mell , Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology , 2011
[10] Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao, Robert Bohn, John Messina, Lee Badger and Dawn Leaf, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, NIST “Cloud Computing Reference Architecture”, Special Publication 500-292 , 2011
[11] ETSI GS NFV 002 v1.2.1 2014-12, NFV Architectural Framework
[12] Kreutz D., Ramos F., Verissimo P., Rothenberg C.E, Azodolmolky S., Uhlig S. ‘Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey’. 2014, http://arxiv.org/pdf/1406.0440.pdf
[13] J.Matias, J.Garay, N.Toledo, J.Unzilla, and E.Jacob,”Toward an SDN-Enabled NFV Architecture”, IEEE Communications Magazine, April 2015
[14] Documents online IETF (http://www.ietf.org).
[15] Documents online ITU-T www.itu-t.org
[16] Documents online ETSI www.etsi.org
[17] Documents online IEEE www.ieee.org
[18] Documente online 3GPP www.3gpp.org
[19] E.Borcoci, **Tutorial “Software Defined Networking and Architectures”, NetWare 2013, - Barcelona, Spain, http://www.iaria.org/conferences2013/TutorialsAFIN13.html**
[20] E.Borcoci **,“Network Function Virtualization and Software Defined Networking Cooperation” InfoSys Conference 2015, Rome, http://www.iaria.org/conferences2015/InfoSys15.html**
[21] EBorcoci; autor- capitol : „Survey on Software-Defined Networking and Network Functions Virtualisation in 5G emerging mobile computing „ , Book: „Cloud and Fog Computing in 5G Mobile Networks: Emerging Advances and Applications”, Institute of Engineering and Technology (IET), Academic Books, UK, 2017; Editors: E.Markakis, G.Mastorakis, C. Mavromoustakis, E. Pallis
[22] E.Borcoci, „Managementul si planificarea resurselor pentru asigurarea calitatii serviciilor in comunicatii multimedia”, Monografie, ED. Politehnica Press 2013

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Introducere in configurarea ruterelor Cisco	4
2	Rutarea statica; rutarea dinamica folosind RIP; introducere in ACL	4
3	ACL extinse; rutarea dinamica OSPF	4
4	Adresarea IP v4 si v6	4
5	Centrul de Operae şi Mentenanţă Radio (OMC-R)	4
6	6. Tehnologii pentru asigurarea QoS (calitatea serviciilor)	4

7	Colocviu final de laborator Nota: Se dau minim 3 lucrari teoretice inainte de laboratoare si colocviu practic in lucrarea 7.	4
	Total:	28

Bibliografie:

[1] Cisco CCNP1 v3.0, cap. 9
[2] Using the Border Gateway Protocol for Interdomain Routing (document online Cisco - icsbgp4.pdf)
[3] Cisco IOS Configuration Guide (document online Cisco – 1cfbook.pdf)
[4] Cisco IOS Network Address Translation Overview (document online Cisco)
[5] Cisco Feature Navigator, http://tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/index.jsp
[6] Cisco CCNA Exploration 4.0, modulul 4, cap. 7
[7] RFC3587, RFC2574 IPv6 global unicast address format
[8] RFC3879, Deprecating Site-local addresses
[9] Tunneling IPv6 through an IPv4 network (document online Cisco)
[10] Administering Cisco QoS in IP Networks, Syngress, 2001
[11] Introduction to IP QoS, Cisco Systems, 2001
[12] RFC791, Internet Protocol
[13] RFC2474, Definition of the Differentiated Services Field
[14] RFC2475, An architecture for Differentiated Services
[15] Cisco Feature Navigator, http://tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/index.jsp
[16] CCNP4, v5.0.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoasterea conceptelor, arhitecturilor, metodelor, algoritmilor, mecanismelor, protocoalelor prezentate in curs .	Test scris	30
	Aplicarea teoriei la probleme specifice.	Test scris	20
	Participare interactiva la curs	Oral	10
11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator Capacitatea de a configura, testa, analiza functional si din punct de vedere al performantelor, subsisteme, reţele şi servicii studiate in laborator.	Test scris si practic	40
11.6 Condiţii de promovare			
Realizarea obligaţiilor caracteristice activităţilor de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); min 20% din 40% Obţinerea punctajului minim de 50% atat după finalizarea evaluarilor la aplicaţii (laborator si seminar), cât şi la lucrările de verificare pe parcurs.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

Disciplina ii familiarizeaza pe studenţi cu principalele modele, arhitecturi, metode si protocoale utilizate in domeniul retelelor actuale de comunicatii si servicii. Se aprofundeaza subiecte specifice cum sunt: arhitecturi multi-plan cu exemple din MPLS, 4G, IoT, existente in retelele contemporane. Se introduc elemente de tehnologii avansate SDN, NFV 5G, cloud si procesare periferica. Se detaliaza algoritmii si protocoalele de rutare interioara (RIP, OSPF) si exterioara (BGP) si pentru retele cu mobilitate (AODV) Se studiaza principiile, functiile si si metodele de control si asigurare a calitatii serviciilor pentru comunicdatii media peste retele TCP/IP (servicii diferentiate , integrate, combinatii). În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe descrise de literatura de specialitate si cercetările proprii publicate si prezentate. Cursul are un nivel similar cursurilor de licenta din UPB. Cursul dezvoltarea abilitățile absolventului de a gestiona situaţii practice in sistemele reale afalate in exploatare sau dezvoltare.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
21.09.2026	Prof. Dr. Eugen Borcoci	Prof.Dr. Marius Vochin

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea