



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Rețele și Software de Telecomunicații

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Rețele și servicii						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. ing. Eugen Borcoci						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof.dr.ing. Marius Vochin						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	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 activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					59
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					10
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

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



**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

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

**6. Obiectiv general** (Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și 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 învățământ al specializării studiate etc.)

Disciplina se studiază la specializarea Rețele și software de telecomunicații având ca obiectiv să-i familiarizeze pe studenți cu principalele modele, arhitecturi, metode și protocoale utilizate în domeniul rețelelor integrate. Disciplina este o continuare a cursului anterior Arhitecturi și protocoale de comunicații. Subiecte specifice : arhitecturi cu mai multe plane functionale cu exemple din IEEE.802.16, MPLS, NGN rețele vehiculare. Se detaliaza algoritmi și protocoalele de rutare interioară (RIP, OSPF) și exterioară (BGP), pentru rețele cu mobilitate (AODV) pentru sisteme UAV (drone). Se studiază principiile, funcțiile și metodele de control și asigurare a calitatii serviciilor (QoS) pentru comunicații media peste rețele TCP/IP (servicii diferențiate, integrate, combinate). Se introduc elemente de tehnologii avansate SDN, NFV, 4G, IoT, 5G, cloud și procesare periferică.

**7. Competențe** (Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)

<b>Specifice</b>	CP generale : specificarea, proiectarea, implementarea, testarea, instalarea, exploatarea și dezvoltarea ulterioară de rețele și servicii pentru comunicații integrate. CP Specifice : CP1: Arhitecturi stratificate multi-plan pentru rețele și servicii. CP2: Cunoștințe generale privind infrastructuri de rețea ( LAN, MAN WAN) și servicii pentru comunicații fixe și mobile. CP3: Cunoștințe de interconectare și rutare mono- și multi-domeniu. CP4: Cunoștințe privind tehnologiile QoS la nivel rețea. CP5: Cunoștințe privind tipuri de servicii și combinarea acestora. CP6: Elemente privind tehnologii recente : rețele definite prin software, virtualizarea funcțiilor de rețea, Internetul obiectelor, tehnologii cloud, etc.
<b>Transversale (generale)</b>	CT1: Analiza metodică a problemelor și identificarea soluțiilor. CT2: Adaptarea la noile tehnologii, prin formare continuă. CT3: Evaluarea combinată a soluțiilor sistemelor și rețelelor de telecomunicații din punct de vedere tehnic, economic și al impactului social și de mediu.

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)



<b>Cunoștințe</b>	<p><i>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.</i></p> <p>Identificarea cerințelor utilizatorilor, furnizorilor și specificarea arhitecturii unei rețele pentru scopuri și servicii specifice în diverse topologii. Selectarea metodelor și protocoalelor de rutare adecvate soluției. Proiectarea seturilor de mecanisme pentru controlul și asigurarea calitatii serviciilor în comunicații media.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Dezvoltări pentru introducerea și adaptarea la tehnologii noi (rețele definite prin software, virtualizarea funcțiilor de rețea, 5G, etc.)</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<p><i>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).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Selectează și grupează informații relevante (cerințe, restricții, condiționari) în funcție de entitățile modelului comercial (utilizatori sau furnizori) al sistemului. Poate analiza problemele specifice și principiile care stau la baza rețelelor de comunicații și servicii. Lucrează în echipă, având capacitatea de a proiecta, implementa și utiliza sisteme de comunicații.</li><li>Poate elabora specificații de sistem și texte științifice.</li><li>Verifică experimental soluții identificate și rezolvă aplicații practice.</li><li>Analizează și compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme</li><li>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare.</li><li>Formulează concluzii la problemele soluționate.</li><li>Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare</li></ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</li><li>Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.</li><li>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau în situația problemelor de rezolvat.</li><li>Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/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).</li><li>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li><li>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</li><li>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li></ul>



**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 rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Procesul de predare va utiliza metode de predare expositive (prelegerea, expunerea), și conversational-interactive, bazate pe explorarea directă și indirectă a realității (experimente, demonstrații, modelare), și pe metode de tip exercițiu: activități practice și rezolvarea de probleme.

Prelegerile/prezentările vor fi puse la dispoziția studenților pe platformele Moodle și Teams. Fiecare curs va recapitula pe scurt capitolele anterioare, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme. Se vor exersa abilitățile de ascultare activă și de comunicare declarativă, precum și de feedback, în situații diverse pentru adaptarea demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Cap. 1. Arhitecturi multi-plan, evoluții 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 și protocoale de rutare Algoritmi Clasificari. Algoritmi de rutare de baza (Dijkstra, Ford, etc.), exemple de alg. centralizati. Variante distribuite de algoritmi de rutare. Combinatii și 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 Funcțiuni 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, diferite, integrate Mecanisme specifice: RED, clasificare, marcare,masurare/verificare, modelare a traficului continer 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	Anexe	0
	<b>Total:</b>	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](http://www.itu-t.org)
- [16] Documents online ETSI [www.etsi.org](http://www.etsi.org)
- [17] Documents online IEEE [www.ieee.org](http://www.ieee.org)
- [18] Documente online 3GPP [www.3gpp.org](http://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] E.Borcoci; 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.	Conținutul	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 și Mentenanță 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
<b>Total:</b>		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, rețele și servicii studiate in laborator.	Test scris si practic	40
11.6 Condiții de promovare			
Realizarea obligațiilor caracteristice activităților de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); min 20% din 40%			
Obținerea punctajului minim de 50% atat după finalizarea evaluarilor la aplicații (laborator si seminar), cât și la lucrările de verificare pe parcurs.			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**



Disciplina ii familiarizeaza pe studenți cu principalele modele, arhitecturi, metode si protocoale utilizate in domeniul rețelelor actuale de comunicatii si servicii. Se aprofundeaza subiecte specifice cum sunt: arhitecturi multi-plan cu exemple din MPLS, 4G, IoT, existente in rețelele contemporane. Se introduc elemente de tehnologii avansate SDN, NFV 5G, cloud si procesare periferica. Se detaliaza algoritmi si protocoalele de rutare interioara (RIP, OSPF) si exterioara (BGP) si pentru rețele cu mobilitate (AODV) Se studiaza principiile, functiile si metodele de control si asigurare a calitatii serviciilor pentru comunicatii media peste rețele TCP/IP (servicii diferite , 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 situații practice in sistemele reale afalate in exploatare sau dezvoltare.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

18.10.2024

Prof. Dr. Eugen Borcoci

Prof. Dr. Marius Vochin

Data avizării în departament

Director de departament

22.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea