



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	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Software Avansate pentru Comunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Arhitecturi pentru rețele și servicii					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Eugen Borcoci					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Conf. Dr. Octavian Catrina					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.09-01	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					70
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	80.00				
3.8 Total ore pe semestru	150				
3.9 Numărul de credite	6				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Arhitectura Calculatoarelor, Programarea calculatoarelor, Algoritmi și structuri de date Rețele și servicii, Rețele de comunicații mobile, Arhitecturi și protocoale de comunicații, Bazele sistemelor de operare, Baze de date
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Cunoștințe generale privind arhitectura sistemelor de calcul și software, arhitecturi și protocoale de comunicații, mobilitate în rețele, sisteme de operare, baze de date



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. Dacă e cazul se poate desfășura și online pe platforma Teams.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: echipamente de rețea, calculatoare și software instalat : SO Linux, SOWindows, aplicații specifice cu licența GPL, emulator GNS3, NetKit, Katara , Wireshark

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.)

Cursul oferă cunoștințe avansate privind arhitecturile, tehnologiile și protocoalele folosite în rețele de telecomunicații și calculatoare cu servicii integrate. El extinde cunoștințele de bază obținute în cursurile de licență astfel asigurând o pregătire solidă necesară în alte cursuri specializate din filiera TSAC

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.)

Specifice	Disciplina ARS oferă studenților capacitatea de a înțelege, modela, specifica și proiecta sisteme cu plane arhitecturale multiple, pentru rețele integrate bazate pe TCP/IP, care asigură un suport flexibil și garanții de calitate pentru servicii de voce, date, video, multimedia în context fix sau mobil. Se predau cunoștințe privind tehnologii noi, 4G, 5G pentru rețele mobile, tehnologii MPLS, virtualizarea rețelelor, SDN, NFV și Cloud/Fog/Edge Computing, Internetul obiectelor (IoT), Internet vehicular, tehnologii AI/ML aplicate în domeniu.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.

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.)

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 factice. Crearea abilităților de a aplica cunoștințele generale privind arhitecturile rețelelor și serviciilor cu aplicare în diverse cazuri particulare de sisteme pentru comunicații și servicii fixe și mobile. Se oferă baza pentru dezvoltarea unui sistem urmărind fazele: identificarea cerințelor, modelul comercial, arhitectura, proiectarea, implementarea testarea, și integrarea.
-------------------	--



Aptitudini	<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> <p>Selectează și grupează informații relevante în contextul unei probleme date. Poate identifica cerințele utilizatorilor și ale furnizorului de servicii în vederea proiectării unui nou sistem</p> <ul style="list-style-type: none">• Utilizează principii ierarhice specifice în vederea definirii arhitecturii de sistem și elementelor de proiectare și implementare. .• Lucrează productiv în echipă.• Elaborează un text științific/ethnic privind specificatiile sistemului și soluțiile adoptate.• Verifică experimental soluții identificate.; Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare.• Formulează concluzii la problemele realizate.• Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. Asociază surse bibliografice adecvate materialelor elaborate; respectă etica academică- citând corect sursele utilizate.</i></p> <p>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare și colaborare cu colegi și cadre didactice.</p> <p>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau în situația problemelor de rezolvat.</p> <p>Manifestă responsabilitate prin implicarea activă în viața socială studentescă și în evenimentele din comunitatea academică</p> <p>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate.</p> <p>Conștientizează valoarea contribuției sale la identificarea de soluții viabile/sustenabile pentru probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</p> <p>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului asupra mediului înconjurător al soluțiilor tehnice propuse.</p> <p>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</p> <p>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală.</p>

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 expozitive (prelegerea, expunerea), și conversational-interactive, bazate pe utilizarea directă și indirectă a unor platforme de sisteme reale (experimente, demonstrații, modelare) și pe metode de tip exercițiu: activități practice și rezolvarea de probleme.

Prelegerile/prezentările vor fi accesibile studenților pe platformele Moodle și Teams.

Fiecare curs va recapitula pe scurt cunoștințele anterioare, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează text, imagini și scheme.



Se vor exercisa abilitățile de ascultare activă și de comunicare declarativa, precum și de feedback, în situații diverse pentru adaptarea predării la nevoile de învățare ale studenților.

Se va stimula și exercisa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Arhitecturi cu plane multiple pentru rețele și servicii: Planul de date; planul de control; Planul de management; Integrarea. Modele comerciale; Contracte SLA; Exemple (sumar) de arhitecturi: MPLS, 4G, 5G, NGN, Cloud/Fog/Edge, Internetul obiectelor, Internetul vehicular; Tehnologii de virtualizare, SDN, NFV.	12
2	Revizia arhitecturilor de rețea de arie mare pentru comunicații mobile (I): Arhitecturi și sisteme 2G, 2.5G, 3G	3
3	Arhitecturi și tehnologii de rețea de arie mare pentru comunicații mobile (II): Introducere în 4G/LTE; Arhitectura funcțională generală; Sisteme de adresare; Rețeaua de acces; Rețeaua centrală; Mobilitatea la nivel IP; Protocoale în planul de utilizator; Protocoale în planul de control; Structuri ierarhice de canale. Elemente de nivel fizic fizice	9
4	Rețele definite prin software (SDN): Concepte generale; Aplicații și servicii ale SDN pentru rețele fixe și mobile; Tratarea fluxurilor în planul de control; Protocolul OpenFlow; Protocoale de management și configurare; Exemple de controlere (Ryu, ONOS, ODL, etc.). Probleme de extensibilitate pentru rețele de arie mare.	9
5	Virtualizarea funcțiilor de rețea (NFV): Concepte; Modelul arhitectural ETSI de referință; Cazuri de utilizare și aplicații; Funcții virtualizate (VNF); Cooperarea SDN-NFV	3
6	Rețele mobile din generația a cincea (5G) : Arhitectura generală (plan de date, control, management și orchestrare) ; Rețele paralele virtuale (slice)- cerințe, cicluri de viață, alocarea resurselor, izolarea ; SDN și NFV în 5G; Rețele virtuale multi-domeniu Tehnologii AI/ML în managementul și controlul rețelelor 5G. Exemple de aplicații și servicii	6
7	Anexe: complemente privind arhitecturi stratificate, MPLS, tehnici de tip tunel, standarde LAN, MAN, WAN, canale fizice în LTE, virtualizare, etc.	0
	Total:	42



Bibliografie:

Curs ARS Moodle: <https://curs.upb.ro/2024/>

- [1] Andrew Tanenbaum. Computer Networks. 4th ed. Prentice Hall, 2003, (Andrew Tanenbaum. Retele de calculatoare. Ed. a 4-a. Editura BYBLOS, 2003).
- [2] Peter Mell , Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology , 2011
- [3] 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
- [4] Larry Peterson, Bruce Davie. Computer Networks. A systems approach. 4th ed. Morgan Kaufmann, 2007.
- [5] ITU-T Rec. Y.2011, “General Principles and General Reference Model for Next Generation Network.”
- [6] M.Mendonca, et. al., A Survey of Software-Defined Networking: Past, Present, and Future of Programmable Networks, <http://hal.inria.fr/hal-00825087/>
- [7] S. H. Yeganeh, et.al., On Scalability of Software-Defined Networking, IEEE Comm. Magazine, February 2013.
- [8] ONF 2014 OF---CONFIG 1.2 OpenFlow Management and Configuration Protocol
- [9] ETSI GS NFV 002 v1.2.1 2014-12, NFV Architectural Framework
- [10] ONF, “OpenFlow-Enabled SDN and Network Functions Virtualisation,” <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solutionbriefs/sb-sdn-nfv-solution.pdf>
- [11] R. Khan et al., “Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges”, Dec. 2012, <https://www.researchgate.net/publication/261311447>
- [12] ONF TS-025 OpenFlow Switch Specification, Version 1.5.1 (Protocol version 0x06), 2015
- [13] ETSI TS 136 300 V8.9.0 (2009-07), LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (3GPP TS 36.300 version 8.9.0 Release 8)
- [14] “LTE Tutorial”, <http://www.tutorialspoint.com/lte>
- [15] Introduction to Mobile IPv6, IIS5711: Mobile Computing Mobile Computing and Broadband Networking Laboratory CIS, NCTU, www.item.ntnu.no/fag/tm8100/Pensumstoff2004/mipv6-bra.ppt
- [16] Karim El Malki, Mobile IPv6 Tutorial, Ericsson AB, http://www.usipv6.com/ppt/MobileIPv6_tutorial_SanDiegok.pdf, 2003
- [17] Peter R. Egli , PROXY MOBILE IPV6, INDIGOO.COM, www.slideshare.net/PeterREgli/p-6098167
- [18] S. Gundavelli et al., RFC 5213, Proxy Mobile IPv6, 2008, www.ietf.org
- [19] Ghassan A. Abed Mahamod Ismail Kasmiran Jumari, “The Evolution to 4G Cellular Systems: Architecture and Key Features of LTE-Advanced Networks”, IRACST – International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNCW), ISSN: 2250-3501 Vol. 2, No. 1, 2012
- [20] 3GPP M.Nohrborg, LTE vOverview <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>
- [21] Ghassan A. , Abed Mahamod, Ismail Kasmiran Jumari, "The Evolution to 4G Cellular Systems: Architecture and Key Features of LTE-Advanced Networks", IRACST – International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNCW), ISSN: 2250-3501, Vol. 2, No. 1, 2012
- [22] Arpit Joshipura, Mobile Broadband driven by Convergence of IP and LTE technologies, Ericsson, 2011, http://www.comsocscv.org/docs/Talk_111109_MobileBroadband.pdf
- [23] Keysight Technologies “ LTE-Advanced: Technology and Test Challenges 3GPP Releases 10, 11, 12 and Beyond”, <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-6706EN.pdf>
- [24] J. Ordonez-Lucena, et al., "Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures and Challenges", IEEE Communications Magazine, 2017, Citation information: DOI 10.1109/MCOM.2017.1600935



Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Rutarea intra-domeniu folosind OSPF. Studiu experimental al rutării folosind protocolul OSPF.	2
2	Rutarea inter-domeniu în Internet. Studiu experimental al interconectării rețelelor folosind protocolul BGP.	2
3	Rețele MPLS. Studiu experimental al implementării și funcționării serviciilor de interconectare a rețelelor folosind BGP și MPLS.	2
4	Rețele private virtuale de nivel 3 bazate pe MPLS și BGP. Studiu experimental al implementării și funcționării serviciilor de rețea privată virtuală folosind MPLS și BGP.	2
5	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea 1. Studiu experimental al realizării tunelelor MPLS TE folosind RSVP-TE (Resource Reservation Protocol) și OSPF-TE.	2
6	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea a 2-a. Studiu experimental al funcționării tunelelor MPLS TE: prioritatea tunelelor, controlul admisiei, restabilirea tunelelor după defectări.	2
7	Colocviu de laborator.	2
	Total:	14

SEMINAR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Rutarea intra-domeniu in Internet: Rutarea bazată pe vectori de distanță folosind protocolul RIP. Rutarea bazată pe starea legăturilor folosind protocolul OSPF.	2
2	Rutarea inter-domeniu în Internet: Protocolul BGP (Border Gateway Protocol). Noțiuni avansate privind funcționarea protocolului BGP și utilizarea sa în Internet.	2
3	Rețele MPLS. Protocelele MPLS (Multi-Protocol Label Switching) și LDP (Label Distribution Protocol). Interconectarea rețelelor folosind protocelele BGP și MPLS.	2
4	Servicii VPN (Virtual Private Network). Rețele private virtuale de nivel 3 bazate pe protocelele MPLS și BGP.	2
5	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea 1. Tunele MPLS TE realizate folosind protocelele RSVP-TE (Resource Reservation Protocol) și OSPF-TE.	2
6	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea a 2-a. Prioritatea tunelelor, controlul admisiei, restabilirea dupa defectari, etc.	2
7	Recapitulare pentru colocviu.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Octavian Catrina. Arhitecturi pentru rețele și servicii. Îndrumar de laborator (PDF) și prezentări PowerPoint pe platforma Moodle: <https://curs.upb.ro/>
2. Larry Peterson, Bruce Davie. Computer Networks. A systems approach. Ed. 6, 2019. Disponibilă online, gratuit: <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/771>
3. Luc De Ghein. MPLS Fundamentals. Cisco Press, 2006.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală



11.4 Curs	Cunoașterea în măsura suficientă a arhitecturilor sistemelor, tehnologiilor și protocoalelor expuse în curs	Lucrare scrisă cu subiecte din materialul de curs (subiecte teoretice și probleme)	50%
	Participare interactivă la curs	Întrebări și cereri de opinii privind subiecte punctuale, în timpul expunerilor	10%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Abilitatea de a configura, testa, analiza și depăna rețelele și serviciile care utilizează protocoalele studiate la seminar și laborator.	Test bazat pe studiile de caz și experimentele de la seminar și laborator.	40
11.6 Condiții de promovare			
Realizarea obligațiilor pentru laborator și seminar (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); obținerea a minimum 20 de puncte din cele 40 ale aplicațiilor Total: obținerea punctajului minim de 50% din punctajul maxim pentru curs, laborator și seminar			

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 (SEİS)

Cursul oferă bazele profesionale ale inginerilor care cercetează, proiectează, dezvoltă, întrețin și exploatează sisteme și tehnologii avansate în rețele integrate de telecomunicații și calculatoare pentru o gamă largă de aplicații și servicii.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof. Dr. Eugen Borcoci

Conf. Dr. Octavian Catrina

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



[Handwritten signature]