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	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Software Avansate pentru Comunicaţii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Arhitecturi pentru rețele și servicii			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. ing. Eugen Borcoci			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Conf.Dr.ing. Octavian Catrina			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	1		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	70	Din care: 3.5 curs	42	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					70
Tutorat					0
Examinări					10
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Arhitectura Calculatoarelor, Programarea calculatoarelor, Algoritmi si structure de date Reţele şi servicii, Reţele de comunicaţii mobile, Arhitecturi şi protocoale de comunicaţii, Bazele sistemelor de operare, Baze de date
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: Cunoştinţe generale privind arhitectura sistemelor de calcul si software, arhitecturi şi protocoale de comunicaţii, mobilitate in retele, sisteme de operare, baze de date

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. Daca e cazul se poate desfasura si online pe platforma Teams.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: echipamente de retea, calculatoare si software instalat : SO Linux, SOWindows, aplicatii specifice cu licenta GPL, emulator GNS3, NetKit, Katara , Wireshark

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.)*

Cursul ofera cunostinte avansate privind arhitecturile, tehnologiile si protocoalele folosite in retele de trelecomunicatii si calculatoare cu servicii integrate. El extinde cunostintele de baza obtinute in cursurile de licenta astfel asigurand o pregatire solida necesara in alte cursuri specializate din filiera TSAC

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	Disciplina ARS ofera studenţilor capacitatea de a intelege, modela, specifica si proiecta sisteme cu plane architecturale multiple, pentru retele integrate bazate pe TCP/IP, care asigura un support flexibil si garantii de calitate pentru servicii de voce, date, video, multimedia in context fix sau mobil. Se predau cunostinte privind tehnologii noi, 4G, 5G pentru retele mobile, tehnologii MPLS, virtualizarea retelelor, SDN, NFV si Cloud/Fog/Edge Computing, Internetul obiectelor (IoT), Internet vehicular, tehnologii AI/ML aplicate in domeniu.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă şi comunică eficient, coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie. Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii / identifica soluţii. Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele 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 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.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* Crearea abilităţilor de a aplica cunoştinţele generale privind arhitecturile retelelor si serviciilor cu aplicare in diverse cazuri particulare de sisteme pentru comunicatii si servicii fixe si mobile. Se ofera baza pentru dezvoltarea unui sistem urmarind fazele: identificarea cerintelor, modelul comercial, arhitectura, proiectarea, implementarea testarea, si integrarea.

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 in contextul unei probleme date. Poate identifica cerintele utilizatorilor si ale furnizorului de servicii in vederea proiectarii unui nou sistem • Utilizează principii ierarhice specifice în vederea definirii arhitecturii de sistem si elementelor de proiectare si implementare. . • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text ştiinţific/ethnic privind specificatiile sistemului si solutiile adoptate. • Verifică experimental soluţii identificate.; Rezolvă aplicaţii practice. • Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. • Analizează şi compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme • Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare. • Formulează concluzii la problemele realizate. • Argumentează soluţiile identificate si modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.* Asociaza surse bibliografice adecvate materialelor elaborate; respectă etica academică- citând corect sursele utilizate. Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare si colaborare cu colegi şi cadre didactice. Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau în situaţia problemelor de rezolvat. Manifestă responsabilitate prin implicarea activă în viaţa socială studenţească si în evenimentele din comunitatea academică Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate. Conştientizează valoarea contribuţiei sale la identificarea de soluţii viabile/sustenabile pentru probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului asupra mediului înconjurător al soluţiilor tehnice propuse. Analizează şi valorifică oportunităţi de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa reală.

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 utilizarea directă şi indirectă a unor platforme de sisteme reale (experimente,demonstraţii, modelare) şi pe metode de tip exerciţiu: activităţi practice şi rezolvarea de probleme.

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

Fiecare curs varecapitula pe scurt cunostintele anterioare, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează text, imagini şi scheme.

Se vor exersa abilităţile de ascultare activă şi de comunicare declarativa,precum şi de feedback, în situaţii diverse pentru adaptarea predarii la nevoile de învățare ale studenților.

Se va stimula si exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Arhitecturi cu plane multiple pentru retele si 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 retea de arie mare pentru comunicatii mobile (I): Arhitecturi si sisteme 2G, 2.5G, 3G	3
3	Arhitecturi si tehnologii de retea de arie mare pentru comunicatii mobile (II): Introducere in 4G/LTE; Arhitectura functionala generala; Sisteme de adresare; Reteaua de access; Reteaua centrala; Mobilitatea la nivel IP; Protocoale in planul de utilizator; Protocoale in planul de control; Structuri ierarhice de canale. Elemente de nivel fizic fizice	9
4	Retele definite prin software (SDN): Concepte generale; Aplicatii si servicii ale SDN pentru in retele fixe si mobile; Tratarea fluxurilor in planul de control; Protocolul OpenFlow; Protocoale de management si configurare; Exemple de controlere (Ryu, ONOS, ODL, etc.). Probleme de extensibilitate pentru retele de arie mare.	9
5	Virtualizarea fiunctiilor de retea (NFV): Concepte; Modelul arhitectural ETSI de referinta; Cazuri de utilizare si aplicatii; Functii virtualizate (VNF); Cooperarea SDN-NFV	3
6	Retele mobile din generatia a cincea (5G) : Arhitectura generala (plan de date, control, management si orchestrare) ; Retele paralele virtuale (slice)- cerinte, cicluri de viata, alocarea resurselor, izolarea ; SDN si NFV in 5G; Retele virtuale multi-domeniu Tehnologii AI/ML in managementul si controlul retelelor 5G. Exemple de aplicatii si servicii	6
7	Anexe: complemente pivind arhitecturi stratificate, MPLS, tehnici de tip tunel, standarde LAN, MAN, WAN, canale fizice in 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 FunctionsVirtualisation,” https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solutionbriefs/sb-sdn-nvf-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 (IJCNWC), ISSN: 2250-3501Vol. 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 (IJCNWC), 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

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	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 reţelelor folosind protocolul BGP.	2
3	Reţele MPLS. Studiu experimental al implementării şi funcţionării serviciilor de interconectare a reţelelor folosind BGP şi MPLS.	2
4	Reţele private virtuale de nivel 3 bazate pe MPLS şi BGP. Studiu experimental al implementării şi funcţionării serviciilor de reţea privată virtuală folosind MPLS şi BGP.	2
5	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea 1. Studiu experimental al realizării tunelelor MPLS TE folosind RSVP-TE (Resource Reservation Protocol) şi OSPF-TE.	2
6	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea a 2-a. Studiu experimental al funcţionării tunelelor MPLS TE: prioritatea tunelelor, controlul admisiei, restabilirea tunelelor după defectări.	2
7	Colocviu de laborator.	2
	Total:	14

SEMINAR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Rutarea intra-domeniu in Internet: Rutarea bazată pe vectori de distanţă folosind protocolul RIP. Rutarea bazată pe starea legăturilor folosind protocolul OSPF.	2
2	Rutarea inter-domeniu în Internet: Protocolul BGP (Border Gateway Protocol). Noţiuni avansate privind funcţionarea protocolului BGP şi utilizarea sa în Internet.	2
3	Reţele MPLS. Protocoalele MPLS (Multi-Protocol Label Switching) şi LDP (Label Distribution Protocol). Interconectarea reţelelor folosind protocoalele BGP şi MPLS.	2
4	Servicii VPN (Virtual Private Network). Reţele private virtuale de nivel 3 bazate pe protocoalele MPLS şi BGP.	2
5	MPLS TE (Traffic Engineering) - Partea 1. Tunele MPLS TE realizate folosind protocoalele RSVP-TE (Resource Reservation Protocol) şi 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 reţele şi servicii. Îndrumar de laborator (PDF) şi 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	Cunoasterea in masura suficienta a arhitecturilor sistemelor, tehnologiilor si protocoalelor expuse in curs	Lucrare scrisa cu subiecte din materialul de curs (subiecte teoretice si probleme)	50%
	Particpare interactiva la curs	Intrebari si cereri de opinii privind subiecte punctuale, in timpul expunerilor	10%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Abilitatea de a configura, testa, analiza şi depana reţelele şi serviciile care utilizează protocoalele studiate la seminar şi laborator.	Test bazat pe studiile de caz şi experimentele de la seminar şi laborator.	40
11.6 Condiţii de promovare			
Realizarea obligaţiilor pentru laborator si seminar (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); obtinerea a minmum 20 de puncte din cele 40 ale aplicatiilor Total: obţinerea punctajului minim de 50% din punctajul maxim pentru curs, laborator si seminar			

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)

Cursul ofera bazele profesionale ale inginerilor care cerceteaza, proiecteaza, dezvolta, intretin si exploateaza sisteme si tehnologii avansate in retele integrate de telecomunicatii si calculatoare pentru o gama larga de aplicatii si servicii.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Eugen Borcoci	Conf.Dr.ing. Octavian Catrina

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

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

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

