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	Managementul Serviciilor şi Reţelelor

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Mobilitatea în reţelele wireless			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Roxana Zoican			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Roxana Zoican			
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	4		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					40
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	44.00
3.8 Total ore pe semestru	100
3.9 Numărul de credite	4

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Arhitecturi şi protocoale de comunicaţii, Reţele şi servicii, Reţele de comunicaţii mobile
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: Noţiuni de interconectare şi rutare, algoritmi şi protocoale de rutare, cunoştinţe privind interfeţele şi serviciile, protocoale de nivel transport şi reţea, algoritmi de actualizare a localizării şi realizare a rutării, caracteristici ale reţelelor LTE, 5G

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 software instalat (OPNET, Matlab, GNS3, LTEsim, Mobisim)

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.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale /programul de master Managementul Serviciilor si Retelelor şi îşi propune să familiarizeze studenţii cu principalele abordări, modele şi teorii explicative ale domeniului utilizate în proiectarea reţelelor de comunicaţii wireless şi a studiului mobilităţii în cadrul acestor reţele, cu relevanţă pentru stimularea procesului de învăţare la studenţi. Disciplina asigură studenţilor cunoştinţele necesare înţelegerii, aprofundării şi proiectării reţelelor de comunicaţii mobile şi a tehnicilor de management al mobilităţii în diferite tipuri de reţele wireless.
În prima parte a cursului sunt prezentate tehnicile generale de management al mobilităţii în reţelele wireless, precum şi arhitecturile bazelor de date utilizate atât în algoritmii de înregistrare şi determinare a localizării abonaţilor mobili, cât şi în cei de realizare a handover-ului.
În cea de a doua parte a cursului, sunt prezentate protocoalele de management al mobilităţii în reţelele PLMN, ad-hoc, mesh, IP, 3G, 4G, 5G şi în reţelele mobile cu transmisii prin sateliţi, analizându-se şi performanţele lor.

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	Demonstrarea deţinerii de cunoştinţe de bază/avansate în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale. · Înţelegerea generală a reţelelor wireless ca fiind sisteme distribuite, multi-utilizator, cu resurse limitate, a necesităţii controlului accesului multiplu şi a soluţiilor adoptate în acest scop. · Întelegerea efectelor mobilităţii în reţelele mobile 3G-5G, WSN, MANET şi VANET şi a algoritmilor utilizaţi. · Cunoaşterea profundă a principiilor de proiectare a reţelelor arhitecturale stratificate. · Explorarea şi înţelegerea metodelor de analiză a performanţelor reţelelor wireless pentru evaluarea şi menţinerea calităţii serviciului (QoS) în bandă largă. · Întelegerea contextului necesar pentru a face distincţia între diferitele metrici de performanţă pentru diferite infrastructuri wireless. · Dezvoltarea unei experienţe practice pentru demonstrarea şi evaluarea formării topologiilor şi a utilizării eficiente a resurselor, prin platforme experimentale. · Argumentarea şi analizarea coerenta şi corecta a contextului de aplicare a cunostinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifică. · Comunicarea orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. - Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.

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. Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.

8. Rezultatele învăţării *(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 exemplelor 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.)*

Cunoştinţe	*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.* Înţelegerea tehnicilor şi protocoalelor de comunicaţii utilizate în reţelele celulare, LTE, sistemele mobile 4G/5G, MP2P, WSN şi MANET/VANET. · Înţelegerea conceptelor principale care stau la baza dezvoltării sistemelor mobile şi fără fir în bandă largă, precum şi posibilitatea de evaluare a scenariilor specifice unor aplicaţii, cu identificarea oricăror probleme sau probleme conexe şi a soluțiilor pentru rezolvarea lor. · Crearea abilităţilor necesare evaluării cu succes a protocoalelor de comunicaţii, a performanţelor lor, pentru diferite scenarii, cu ajutorul a diferite simulatoare (de exemplu, NS3) · Dezvoltarea de cunoştinţe avansate în aplicarea tehnicilor de monitorizare a reţelelor wireless, precum şi identificarea caracteristicilor inter-operaţionale într-un sistem wireless.

Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat. Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvării cu ajutorul unui program a unor probleme diverse. Poate comunica, motiva şi gândi creativ în ceea ce priveşte problemele specifice şi principiile care stau la baza tehnicilor de mobilitate în reţelele wireless. Lucrează productiv în echipă, putând evalua performanţele unor protocoale utilizate în reţelele wireless, precum şi în cazul unor scenarii specifice sistemelor mobile sau sistemelor wireless de bandă largă. Elaborează un text ştiinţific. 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 soluţionate. Argumentează soluţiile identificate si modurile de rezolvare.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi 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 învăţare. •Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice •Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau în situaţia problemelor de rezolvat. •Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică •Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. •Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). •Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. •Analizează şi valorifică oportunităţi de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. •Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa 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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperirea facilităţilor de explorare directă şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat. Acestă disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare, într-un climat favorabil învăţării prin descoperire. Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a 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	Concepte privind managementul mobilităţii Tehnologii pentru reţelele wireless Managementul localizării Managementul handover-urilor Protocoale pentru managementul mobilităţii Descrierea protocolului NEMO (NEtwork MObility protocol)	4
2	Managementul mobilităţii în PLMN Protocoale de determinare a localizării curente Inregistrarea localizării şi procedurile de stabilire a apelurilor Arhitecturi de baze de date pentru controlul mobilităţii	4
3	Managementul mobilităţii în reţelele 1G-5G Evoluţia managementului mobilităţii de la 1G la 5G Managementul localizării Protocoalele utilizate în managementul mobilităţii Studiul protocolului GMM (GPRS Mobility Management) Funcţiile MME în LTE Realizarea handover-uluiîin LTE: intra LTE, inter-LTE, inter-RAT Managementul mobilităţii în 5G. Analiza funcţiilor 5G Access si Mobility Management Function (AMF) Managementul mobilităţii inter-slice în contextul retelelor SDN/NFV	7
4	Managementul mobilităţii în reţelele mesh Arhitectura reţelelor mesh Descrierea sistemului Smesh Performanţele managementului mobilităţii în reţeaua MeshDVNet	3
5	Managementul mobilităţii în reţelele Mobile IP Arhitectura Mobile IP Înregistrarea localizării Managementul handover-urilor Analiza modelului TMIP (Transparent Mobile IP) Studiul HIP (Host Identity Protocol)	3

6	Managementul mobilităţii în reţelele mobile cu transmisii prin satelit Managementul localizării Analiza managementului handover-urilor Algoritmi pentru realizarea handover-ului inter-sateliţi Managementul mobilităţii în reţelele de sateliţi IoT 6G (SIoT)	4
7	Managementul mobilităţii în reţelele IoT Protocolul RPL Protocoalele CARP si E-CARP ProtocolulCORPL	3
	Total:	28

Bibliografie:

1.https://curs.upb.ro/2023/pluginfile.php/120857/mod_resource/content/1/CURS%20MRW.pdf
2.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things, Ed. Apress, 2023
3.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things: IoT Connectivity standards and Solutions, Ed. Apress, 2023
4.A.Bajpai, A.Balodi, Applications of 5G and Beyond in Smart Cities, Ed.CRC Press, 2023
5.J.Shen, Z.Du, Z.Zhang, N.Yang, H.Tang, 5G NR and Enhancements, Ed. Elsevier, 2021
6.B.Nayak, S.K. Pani, T.Choudhury, S.Satpathy, S.N. Mohanty, Wireless Sensor Networks and the Internet of Things, Ed.CRC Press, 2021
7.E.Dahlman, S.Parkval, J.Skold, 5G NR The Next Generation Wireless Access Technology, Ed. Elsevier, 2020
8.S.Misra, S.Goswami, Network Routing: Fundamentals, Applications, and Emerging Technologies, Ed.Wiley&Sons, 2017
9.Miguel Elias Mitre Campista, Advanced Routing Protocols for Wireless Networks, Ed. John Wiley and Sons, 2014
10.Juha Korhonen, Introduction to 4G Mobile Communications, Ed. John Wiley and Sons, 2014
11.Paolo Santi, Mobility Models for Next Generation Wireless Networks: Ad Hoc, Vehicular and Mesh Networks, Ed. John Wiley and Sons, 2012
12.R. Zoican, Sisteme celulare de telecomunicaţii, Ed. MATRIX ROM, 2003
13.I.Marghescu, Şt.Nicolaescu, N. Coţanis, Comunicaţii mobile terestre, Editura Tehnică, 1999
14.Mateescu, I.Bănicã, E.Borcoci, I.Marghescu, T.Rădulescu, C.Negrescu, S.Zoican, Roxana Zoican, I.Dragu, Sisteme şi reţele GSM, Ed. Tehnicã, Bucureşti, 1999

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Studiul protocoalelor de rutare în reţelele ad-hoc	6
2	Analiza metodelor de realizare a handover-urilor (controlate de reţea/mobil, hard/soft)	4
3	Managementul mobilităţii în GPRS, 3G, 4G	6
4	Rutarea şi alocarea canalelor radio în retelele mesh	4
5	Evaluarea performanţelor handover-ului vertical 4G/WLAN	4
6	Evaluarea performanţelor handover-ului în reţelele LTE pentru diferite scenarii	4
	Total:	28

Bibliografie:
1.https://curs.upb.ro/2023/pluginfile.php/120857/mod_resource/content/1/CURS%20MRW.pdf
2.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things, Ed. Apress, 2023
3.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things: IoT Connectivity standards and Solutions, Ed. Apress, 2023
4.A.Bajpai, A.Balodi, Applications of 5G and Beyond in Smart Cities, Ed.CRC Press, 2023
5.J.Shen, Z.Du, Z.Zhang, N.Yang, H.Tang, 5G NR and Enhancements, Ed. Elsevier, 2021
6.B.Nayak, S.K. Pani, T.Choudhury, S.Satpathy, S.N. Mohanty, Wireless Sensor Networks and the Internet of Things, Ed.CRC Press, 2021
7.E.Dahlman, S.Parkval, J.Skold, 5G NR The Next Generation Wireless Access Technology, Ed. Elsevier, 2020
8.S.Misra, S.Goswami, Network Routing: Fundamentals, Applications, and Emerging Technologies, Ed.Wiley&Sons, 2017
9.Miguel Elias Mitre Campista, Advanced Routing Protocols for Wireless Networks, Ed. John Wiley and Sons, 2014
10.Juha Korhonen, Introduction to 4G Mobile Communications, Ed. John Wiley and Sons, 2014
11.Paolo Santi, Mobility Models for Next Generation Wireless Networks: Ad Hoc, Vehicular and Mesh Networks, Ed. John Wiley and Sons, 2012
12.R. Zoican, Sisteme celulare de telecomunicaţii, Ed. MATRIX ROM, 2003
13.I.Marghescu, Şt.Nicolaescu, N. Coţanis, Comunicaţii mobile terestre, Editura Tehnică, 1999
14.Mateescu, I.Bănicã, E.Borcoci, I.Marghescu, T.Rădulescu, C.Negrescu, S.Zoican, Roxana Zoican, I.Dragu, Sisteme şi reţele GSM, Ed. Tehnicã, Bucureşti, 1999

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice - analiza diferenţială a tehnicilor şi metodelor teoretice	Examen scris	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoaşterea principiilor de funcţionare a protocoalelor de rutare în diferite reţele de comunicaţii mobile - demonstrarea capacităţii de analiză a mobilităţii abonaţilor în reţelele 3G, 4G - demonstrarea capacităţii de evaluare a performanţelor, din punct de vedere al mobilitătii, pentru reţelele ad-hoc, GPRS, ATM, 3G, 4G, IP	Test scris şi practic	50%
11.6 Condiţii de promovare			
PUNCTAJ TOTAL: laborator- 30 puncte; teme de casa – 20 puncte; examen – 50 Conditii de promovare: - realizarea obligaţiilor caracteristice activităţilor de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); - obţinerea punctajului minim de 50% atât după finalizarea evaluarilor la aplicaţii, cât şi la examen.			

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)

Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale, ramura industrială Reţele şi software de telecomunicaţii.
•În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe descrise de literatura de specialitate şi cercetările proprii publicate şi prezentate.
•Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de Universitatea Nationla de Stiinte si Tehnologie POLITEHNICA Bucuresti.
•Se are în vedere dezvoltarea abilităţilor absolventului de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
21.09.2026	Prof. Dr. Roxana Zoican	Prof. Dr. Roxana Zoican

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