



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	Managementul Serviciilor și Rețelelor

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Mobilitatea în rețelele wireless					
(en)		Mobility in Wireless Networks					
2.2 Titularul activităților de curs		Prof.dr.ing. Roxana Zoican					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof.dr.ing. Roxana Zoican					
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.11-05	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					40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Arhitecturi și protocoale de comunicații, Rețele și servicii, Rețele de comunicații mobile
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Noțiuni de interconectare și rutare, algoritmi și protocoale de rutare, cunoștințe privind interfețele și serviciile, protocoale de nivel transport și rețea, algoritmi de actualizare a localizării și realizare a rutării, caracteristici ale rețelelor LTE, 5G

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

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.*)

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale /programul de master Managementul Serviciilor și Rețelelor și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului utilizate în proiectarea rețelelor de comunicații wireless și a studiului mobilității în cadrul acestor rețele, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți. Disciplina asigură studenților cunoștințele necesare înțelegerii, aprofundării și proiectării rețelelor de comunicații mobile și a tehnicilor de management al mobilității în diferite tipuri de rețele wireless.

În prima parte a cursului sunt prezentate tehnicile generale de management al mobilității în rețelele wireless, precum și arhitecturile bazelor de date utilizate atât în algoritmi de înregistrare și determinare a localizării abonaților mobili, cât și în cei de realizare a handover-ului.

În cea de a doua parte a cursului, sunt prezentate protocoalele de management al mobilității în rețelele PLMN, ad-hoc, mesh, IP, 3G, 4G, 5G și în rețelele mobile cu transmisii prin sateliți, analizându-se și performanțele lor.

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	<p>Demonstrarea deținerii de cunoștințe de bază/avansate în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale.</p> <ul style="list-style-type: none">· Înțelegerea generală a rețelelor wireless ca fiind sisteme distribuite, multi-utilizator, cu resurse limitate, a necesității controlului accesului multiplu și a soluțiilor adoptate în acest scop.· Înțelegerea efectelor mobilității în rețelele mobile 3G-5G, WSN, MANET și VANET și a algoritmilor utilizați.· Cunoașterea profundă a principiilor de proiectare a rețelelor arhitecturale stratificate.· Explorarea și înțelegerea metodelor de analiză a performanțelor rețelelor wireless pentru evaluarea și menținerea calității serviciului (QoS) în bandă largă.· Înțelegerea contextului necesar pentru a face distincția între diferitele metrici de performanță pentru diferite infrastructuri wireless.· Dezvoltarea unei experiențe practice pentru demonstrarea și evaluarea formării topologiilor și a utilizării eficiente a resurselor, prin platforme experimentale.· Argumentarea și analizarea coerentă și corectă a contextului de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.· Comunicarea orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.- Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
------------------	--



Transversale (generale)	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</p> <p>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.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>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.</p>
------------------------------------	--

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	<p>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 factive.</p> <p>Înțelegerea tehnicilor și protocoalelor de comunicații utilizate în rețelele celulare, LTE, sistemele mobile 4G/5G, MP2P, WSN și MANET/VANET.</p> <ul style="list-style-type: none">· Înțelegerea conceptelor principale care stau la baza dezvoltării sistemelor mobile și fără fir în bandă largă, precum și posibilitatea de evaluare a scenariilor specifice unor aplicații, cu identificarea oricăror probleme sau probleme conexe și a soluțiilor pentru rezolvarea lor.· Crearea abilităților necesare evaluării cu succes a protocoalelor de comunicații, a performanțelor lor, pentru diferite scenarii, cu ajutorul a diferite simulatoare (de exemplu, NS3)· Dezvoltarea de cunoștințe avansate în aplicarea tehnicilor de monitorizare a rețelelor wireless, precum și identificarea caracteristicilor inter-operaționale într-un sistem wireless.
-------------------	---



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 într-un context dat.</p> <p>Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvării cu ajutorul unui program a unor probleme diverse.</p> <p>Poate comunica, motiva și gândi creativ în ceea ce privește problemele specifice și principiile care stau la baza tehnicilor de mobilitate în rețelele wireless.</p> <p>Lucrează productiv în echipă, putând evalua performanțele unor protocoale utilizate în rețelele wireless, precum și în cazul unor scenarii specifice sistemelor mobile sau sistemelor wireless de bandă largă.</p> <p>Elaborează un text științific.</p> <p>Verifică experimental soluții identificate.</p> <p>Rezolvă aplicații practice.</p> <p>Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</p> <p>Analizează și compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme</p> <p>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare.</p> <p>Formulează concluzii la problemele soluționate.</p> <p>Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare.</p>
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau în 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 rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conservative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperirea facilităților de explorare directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.



În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare, într-un climat favorabil învățării prin descoperire. Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a 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	Concepte privind managementul mobilității Tehnologii pentru rețelele wireless Managementul localizării Managementul handover-urilor Protocoale pentru managementul mobilității Descrierea protocolului NEMO (NEtwork MObility protocol)	4
2	Managementul mobilității în PLMN Protocoale de determinare a localizării curente Înregistrarea localizării și procedurile de stabilire a apelurilor Arhitecturi de baze de date pentru controlul mobilității	4
3	Managementul mobilității în rețelele 1G-5G Evoluția managementului mobilității de la 1G la 5G Managementul localizării Protocoalele utilizate în managementul mobilității Studiul protocolului GMM (GPRS Mobility Management) Funcțiile MME în LTE Realizarea handover-ului în LTE: intra LTE, inter-LTE, inter-RAT Managementul mobilității în 5G. Analiza funcțiilor 5G Access si Mobility Management Function (AMF) Managementul mobilității inter-slice în contextul rețelelor SDN/NFV	7
4	Managementul mobilității în rețelele mesh Arhitectura rețelelor mesh Descrierea sistemului Smesh Performanțele managementului mobilității în rețeaua MeshDVNet	3
5	Managementul mobilității în rețelele Mobile IP Arhitectura Mobile IP Înregistrarea localizării Managementul handover-urilor Analiza modelului TMIP (Transparent Mobile IP) Studiul HIP (Host Identity Protocol)	3



6	Managementul mobilității în rețelele mobile cu transmisii prin satelit Managementul localizării Analiza managementului handover-urilor Algoritmi pentru realizarea handover-ului inter-sateți Managementul mobilității în rețelele de sateți IoT 6G (SIoT)	4
7	Managementul mobilității în rețelele 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 telecomunicații, Ed. MATRIX ROM, 2003
- 13.I.Marghescu, Șt.Nicolaescu, N. Coțanis, Comunicații mobile terestre, Editura Tehnică, 1999
- 14.Mateescu, I.Bănică, E.Borcoci, I.Marghescu, T.Rădulescu, C.Negrescu, S.Zoican, Roxana Zoican, I.Dragu, Sisteme și rețele GSM, Ed. Tehnică, București, 1999

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Studiul protocoalelor de rutare în rețelele ad-hoc	6
2	Analiza metodelor de realizare a handover-urilor (controlate de rețea/mobil, hard/soft)	4
3	Managementul mobilității în GPRS, 3G, 4G	6
4	Rutarea și alocarea canalelor radio în rețelele mesh	4
5	Evaluarea performanțelor handover-ului vertical 4G/WLAN	4
6	Evaluarea performanțelor handover-ului în rețelele 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 telecomunicații, Ed. MATRIX ROM, 2003
13. I.Marghescu, Șt.Nicolaescu, N. Coțanis, Comunicații mobile terestre, Editura Tehnică, 1999
14. Mateescu, I.Bănică, E.Borcoci, I.Marghescu, T.Rădulescu, C.Negrescu, S.Zoican, Roxana Zoican, I.Dragu, Sisteme și rețele GSM, Ed. Tehnică, București, 1999

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale	Examen scris	20%
	cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Examen scris	40%
	analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice	Examen scris	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	cunoașterea principiilor de funcționare a protocoalelor de rutare în diferite rețele de comunicații mobile	Test scris și practic	30%
	demonstrarea capacității de analiză a mobilității abonaților în rețelele 3G, 4G și de rezolvare a situațiilor critice, pentru diferite tipuri de trafic	Test scris și practic	40%
	demonstrarea capacității de evaluare a performanțelor, din punct de vedere al mobilității, pentru rețelele ad-hoc, GPRS, ATM, 3G, 4G, IP	Test scris și prscitic	30%
11.6 Condiții de promovare	realizarea obligațiilor caracteristice activităților de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor); obținerea punctajului minim de 50% atât după finalizarea evaluărilor la aplicații, cât și la examen.		



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)

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 Rețele și software de telecomunicații.

•În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe descrise de literatura de specialitate și cercetările proprii publicate și prezentate.

•Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de Universitatea Națională de Științe și Tehnologie POLITEHNICA București.

•Se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof.dr.ing. Roxana Zoican

Prof.dr.ing. Roxana Zoican

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea