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)				Protocoale şi arhitecturi de reţele wireless de senzori			
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	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.11-39		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	Arhitecturi pentru reţele şi servicii, Mobilitatea în reţelele wireless, Aplicaţii şi servicii Internet
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: Managementul mobilităţii în reţelele mesh, protocoale de rutare bazate pe vectori distanţă (distance vector) şi starea legăturilor (link state), rutarea inter-domeniu bazata pe politici Internet, reţele ad hoc

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, OMNET++, Matlab, Sensoria, NS2, Qualnet, Wireless Sensor Network Localization Simulator)

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 senzori, cu relevanţă pentru stimularea procesului de învăţare la studenţi. Disciplina asigură studenţilor cunoştintele necesare înţelegerii, aprofundării şi proiectării reţelelor de senzori wireless pentru diferite aplicaţii. Sunt prezentate principiile de proiectare a unei reţele de senzori, arhitectura hardware a unui nod, precum şi principalele protocoale de comunicaţie. De asemenea, sunt analizate necesitatea sincronizării în timp în reţelele de senzori wireless şi algoritmii de atribuire distribuită a adreselor în RWS.

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. • Întelegerea principiilor de funcţionare a reţelelor de senzori pentru diverse configuraţii de aplicaţii. • Crearea abilităţilor necesare explorării spaţiului de proiectare şi efectuarea unei analize a compromisului între performanţe şi resurse. • Crearea abilităţilor necesare pentru evaluarea acoperirii şi planificarea implementării nodurilor. • Determinarea protocoalelor adecvate pentru transmisia datelor şi de acces la mediu. • Întelegerea metodelor de proiectare a reţelelor de senzori în condiţiile respectării cerinţelor de calitate a serviciilor, toleranţă la erori, securitate şi • cerinţe de fiabilitate. • Argumentarea şi analizarea coerentă şi corectă a contextului de aplicare a cunoştinţelor 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): demonstreazăînţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.

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. • Pune în practică elemente de inteligenţă emoţională în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres.

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.* • Principiile de funcţionare a reţelelor de senzori şi a reţelelor mobile ad-hoc şi impactul acestora asupra proiectării unei reţele. • Dezvoltarea MAC şi a protocoalelor de rutare pentru reţelele de senzori. • Specificaţiile protocolului IEEE 802.11 pentru nivelul legătură de date, controlul accesului la mediu şi tehnicile de control al legăturilor logice, calitatea serviciilor şi caracteristicile de securitate. • Capacitatea de analiza a protocoalelor de rutare eficiente pentru reţelele de senzori. • Înţelegerea principiilor de funcţionare şi a importanţei protocoalelor de economisire a energiei în reţelele de senzori wireless. • Crearea abilităţilor necesare specificării cerinţelor pentru soluţiile hardware şi software ale unor reţele de senzori eficiente din punct de vedere energetic. • Crearea abilităţilor necesare aplicării de algoritmi corespunzători pentru îmbunătăţirea aplicaţiilor existente sau pentru a dezvolta noi aplicaţii de reţea de senzori fără fir. • Crearea abilităţilor necesare analizării cerinţelor specifice ale aplicaţiilor din reţelele de senzori fără fir pentru a asigura eficienţa energetică, de calcul, stocare şi transmisie. • Capacitatea de evaluare a performanţelor reţelelor de senzori şi identificare a blocajelor.

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 şi grupează informaţii relevante într-un context dat. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvarii cu ajutorul unui program a unor probleme diverse. • Poate comunica, motiva şi gândi creativ în ceea ce priveşte problemele şi cerinţele de performanţă specifice reţelelor wireless de senzori. • Lucrează productiv în echipă, putând specifica cerințele pentru soluțiile hardware și software ale unor rețele de senzori eficiente din punct de vedere energetic şi a evalua performanţele unei retele. • Elaborează un text științific. • Verifică experimental soluții identificate. • Rezolvă aplicații practice, avand cunostintele necesare proiectarii unei retele de senzori minimale. • 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 soluţionate. • Argumentează soluțiile identificate şi modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și 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 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. • Conştientizează 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 rămâneri în urmă și 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	Introducere - Tipuri şi exemple de aplicaţii ale reţelelor de senzori wireless (RWS) - Deosebiri între reţelele ad-hoc şi reţelele de senzori - Provocări pentru RWS	2
2	Arhitectura unui nod in RWS - Componenta hardware - Dispozitive de comunicaţie - Senzori şi elemente de execuţie	4
3	Arhitectura reţelei RWS - Scenarii pentru reţelele de senzori - Optimizări şi valori ale performanţelor - Principii de proiectare a RWS - Interfeţe ale serviciilor în RWS - Conceptul de dispozitiv gateway	4
4	Protocoale de comunicaţie - Nivelul fizic şi consideraţii de proiectare a receiver-elor în RWS - Protocoale MAC - Protocoale cu ciclu redus de lucru şi concepte de activare: STEM, S-MAC, protocolul cu dispozitiv de mediere - Protocoale bazate pe planificare: LEACH - Protocolul MAC IEEE 802.15.4	4
5	Atribuirea numelor şi adresarea in RWS - Noţiuni fundamentale - Atribuirea distribuita a adreselor unice locale	4
6	Sincronizarea în timp - Necesitatea sincronizării în timp în reţelele de senzori wireless - Protocoale bazate pe sincronizarea transmiţător/receptor - Protocoale bazate pe sincronizarea receptor/receptor	4

7	Controlul topologiei - Controlul topologiei în reţelele cu arhitecturi plate-controlul puterii - Reţele ierarhice folosind seturi dominante - Reţele ierarhice folosind clustere	2
8	Protocoale de rutare - Gossiping şi retransmiterea uni-destinatie bazată pe agent - Transmisia uni-destinatie eficientă energetic - Rutarea geografică	2
9	Retele centrate pe date si bazate pe conţinut - Rutarea centrată pe date - Agregarea datelor	2
	Total:	28

Bibliografie:
Bibliografie:

1. https://curs.upb.ro/2023/mod/folder/view.php?id=30213
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. B.Nayak, S.K. Pani, T.Choudhiry, S.Satpathy, S.N. Mohanty, Wireless Sensor Networks and the Internet of Things, CRC Press, 2021
6. A.Yarali, Wireless Sensor Networks. Technology and Applications, Ed. Nova, 2020
7. T. Samant, Y.S. Kumar, S.Swayamsiddha, Comparison Analysis of MAC Protocols for Wireless Sensors: A Comprehensive Survey, IGI Global, 2020
8. John Vacca, Handbook of Sensor Networking: Advanced Technologies and Applications, CRC Press, 2015
9. Ibrahiem El Emary, S. Ramakrishnan, Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications, CRC Press, 2013
10. H. Karl, A.Willig, Protocoale si arhitecturi pentru retele de senzori wireless, MatrixRom, 2012

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Compararea performanţelor reţelelor RWS pentru topologiile stea, arbore si mesh	4
2	Evaluarea performanţelor protocolului Zigbee	4
3	Modelarea unei scheme de rutare Zigbee pentru modurile CSMA/CA slotted si unslotted	6
4	Evaluarea performanţelor protocolului LEACH	6
5	Evaluarea performanţelor protocolului PEGASIS	6
6	Evaluarea comparativă a performanţelor protocoalelor de rutare DSR (Dynamic SourceRouting) şi AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector) în reţelele WSN	4
	Total:	28

Bibliografie:
Bibliografie:

1. https://curs.upb.ro/2023/mod/folder/view.php?id=30213
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. B.Nayak, S.K. Pani, T.Choudhiry, S.Satpathy, S.N. Mohanty, Wireless Sensor Networks and the Internet of Things, CRC Press, 2021
6. A.Yarali, Wireless Sensor Networks. Technology and Applications, Ed. Nova, 2020
7. T. Samant, Y.S. Kumar, S.Swayamsiddha, Comparison Analysis of MAC Protocols for Wireless Sensors: A Comprehensive Survey, IGI Global, 2020
8. John Vacca, Handbook of Sensor Networking: Advanced Technologies and Applications, CRC Press, 2015
9. Ibrahiem El Emary, S. Ramakrishnan, Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications, CRC Press, 2013
10. H. Karl, A.Willig, Protocoale si arhitecturi pentru retele de senzori wireless, MatrixRom, 2012

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.	Test scris	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- cunoaşterea principiilor de funcţionare a protocoalelor de rutare - demonstrarea capacităţii de analiză a atribuirii numelor şi adreselor în reţelele de senzori - cunoaşterea principiilor de funcţionare a protocoalelor nivelului în diferite reţele de senzori	Test scris şi practic	60%
11.6 Condiţii de promovare			

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

PUNCTAJ TOTAL: laborator – 30 puncte, teme de casa – 30 puncte, verificari pe parcurs – 40 puncte
Conditii de promovare:
realizarea obligaţiilor caracteristice activităţilor de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor) ;
obţinerea punctajului minim de 50% atat după finalizarea evaluarilor la laborator si evaluarea temelor de casa, cat si la testele de verificare pe parcurs

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 abilităților absolventului de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătățirea mediului socioeconomic.

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

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

