



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) (en)				Protocoale și arhitecturi de rețele wireless de senzori Wireless Sensor Networks Protocols and Architectures			
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	2	2.5 Semestrul	I	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 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 Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					40
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	Arhitecturi pentru rețele și servicii, Mobilitatea în rețelele wireless, Aplicații și servicii Internet
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Managementul mobilității în rețelele mesh, protocoale de rutare bazate pe vectori distanță (distance vector) și starea legăturilor (link state), rutarea inter-domeniu bazată pe politici Internet, rețele ad hoc



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

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 senzori, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți. Disciplina asigură studenților cunoștințele necesare înțelegerii, aprofundării și proiectării rețelelor de senzori wireless pentru diferite aplicații. Sunt prezentate principiile de proiectare a unei rețele de senzori, arhitectura hardware a unui nod, precum și principalele protocoale de comunicație. De asemenea, sunt analizate necesitatea sincronizării în timp în rețelele de senzori wireless și algoritmi de atribuire distribuită a adreselor în RWS.

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	<ul style="list-style-type: none">• Demonstrarea deținerii de cunoștințe de bază/avansate în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale.• Înțelegerea principiilor de funcționare a rețelelor de senzori pentru diverse configurații de aplicații.• Crearea abilităților necesare explorării spațiului de proiectare și efectuarea unei analize a compromisului între performanțe și resurse.• Crearea abilităților necesare pentru evaluarea acoperirii și planificarea implementării nodurilor.• Determinarea protocoalelor adecvate pentru transmisia datelor și de acces la mediu.• Înțelegerea metodelor de proiectare a rețelelor de senzori în condițiile respectării cerințelor de calitate a serviciilor, toleranță la erori, securitate și cerințe de fiabilitate.• 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.
------------------	---



<p>Transversale (generale)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 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.)

<p>Cunoștințe</p>	<p><i>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.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Principiile de funcționare a rețelelor de senzori și a rețelelor mobile ad-hoc și impactul acestora asupra proiectării unei rețele. • Dezvoltarea MAC și a protocoalelor de rutare pentru rețelele de senzori. • Specificațiile protocolului IEEE 802.11 pentru nivelul legătură de date, controlul accesului la mediu și tehnicile de control al legăturilor logice, calitatea serviciilor și caracteristicile de securitate. • Capacitatea de analiza a protocoalelor de rutare eficiente pentru rețelele de senzori. • Înțelegerea principiilor de funcționare și a importanței protocoalelor de economisire a energiei în rețelele de senzori wireless. • Crearea abilităților necesare specificării cerințelor pentru soluțiile hardware și software ale unor rețele de senzori eficiente din punct de vedere energetic. • Crearea abilităților necesare aplicării de algoritmi corespunzători pentru îmbunătățirea aplicațiilor existente sau pentru a dezvolta noi aplicații de rețea de senzori fără fir. • Crearea abilităților necesare analizării cerințelor specifice ale aplicațiilor din rețelele de senzori fără fir pentru a asigura eficiența energetică, de calcul, stocare și transmisie. • Capacitatea de evaluare a performanțelor rețelelor de senzori și identificare a blocajelor.
--------------------------	--



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> <ul style="list-style-type: none"> • Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvării cu ajutorul unui program a unor probleme diverse. • Poate comunica, motiva și gândi creativ în ceea ce privește problemele și cerințele de performanță specifice rețelelor 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 și a evalua performanțele unei rețele. • Elaborează un text științific. • Verifică experimental soluții identificate. • Rezolvă aplicații practice, având cunostintele necesare proiectării unei rețele 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 soluționate. • 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.</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 studentască/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 conversative-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	Introducere - Tipuri și exemple de aplicații ale rețelelor de senzori wireless (RWS) - Deosebiri între rețelele ad-hoc și rețelele de senzori - Provocări pentru RWS	2
2	Arhitectura unui nod în RWS - Componenta hardware - Dispozitive de comunicație - Senzori și elemente de execuție	4
3	Arhitectura rețelei RWS - Scenarii pentru rețelele de senzori - Optimizări și valori ale performanțelor - Principii de proiectare a RWS - Interfețe ale serviciilor în RWS - Conceptul de dispozitiv gateway	4
4	Protocole de comunicație - Nivelul fizic și considerații de proiectare a receiver-elor în RWS - Protocole MAC - Protocole cu ciclu redus de lucru și concepte de activare: STEM, S-MAC, protocolul cu dispozitiv de mediere - Protocole bazate pe planificare: LEACH - Protocolul MAC IEEE 802.15.4	4
5	Atribuirea numelor și adresarea în RWS - Noțiuni fundamentale - Atribuirea distribuită a adreselor unice locale	4
6	Sincronizarea în timp - Necesitatea sincronizării în timp în rețelele de senzori wireless - Protocole bazate pe sincronizarea transmițător/receptor - Protocole bazate pe sincronizarea receptor/receptor	4



7	Controlul topologiei - Controlul topologiei în rețelele cu arhitecturi plate-controlul puterii - Rețele ierarhice folosind seturi dominante - Rețele ierarhice folosind clustere	2
8	Protocole de rutare - Gossiping și retransmiterea uni-destinație bazată pe agent - Transmisia uni-destinație eficientă energetic - Rutarea geografică	2
9	Rețele centrate pe date și bazate pe conținut - 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.Choudhury, 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. Ibrahim El Emary, S. Ramakrishnan, Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications, CRC Press, 2013
10. H. Karl, A.Willig, Protocole și arhitecturi pentru rețele de senzori wireless, MatrixRom, 2012

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Compararea performanțelor rețelelor RWS pentru topologiile stea, arbore și mesh	4
2	Evaluarea performanțelor protocolului Zigbee	4
3	Modelarea unei scheme de rutare Zigbee pentru modurile CSMA/CA slotted și unslotted	6
4	Evaluarea performanțelor protocolului LEACH	6
5	Evaluarea performanțelor protocolului PEGASIS	6
6	Evaluarea comparativă a performanțelor protocolelor de rutare DSR (Dynamic Source Routing) și AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector) în rețelele 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.Choudhury, 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. Ibrahim 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	cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale	Test scris	20%
	cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Test scris	40%
	analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice.	Test scris	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	cunoașterea principiilor de funcționare a protocoalelor de rutare în diferite rețele de senzori	Test scris și practic	30%
	demonstrarea capacității de analiză a atribuirii numelor și adreselor în rețelele de senzori	Test scris și practic	30%
	cunoașterea principiilor de funcționare a protocoalelor nivelului legatură de date în rețelele de senzori	Test scris și practic	40%
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 laborator, cât și la testele de verificare pe parcurs

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 socioeconomic.

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