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	**Electronică Aplicată şi Ingineria Informaţiei**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Electronică şi Informatică Aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Reţele de senzori Sensor Networks			
2.2 Titularul activităţilor de curs				S.l./Lect. Dr. Dragoş-Ioan SĂCĂLEANU			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				S.l./Lect. Dr. Dragoş-Ioan SĂCĂLEANU			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	5		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2.5	Din care: 3.2 curs	1.50	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	35.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	14
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					55
Tutorat					5
Examinări					5
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	65.00
3.8 Total ore pe semestru	100
3.9 Numărul de credite	4

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Nu este cazul
4.2 de rezultate ale învăţării	Acumulare cunoştinţe de Teoria Transmisiunii Informaţiei, Reţele de Calculatoare, Procesarea Digitală a Semnalelor, Programare de microcontrolere

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.

5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: pc-uri, Soft Arduino IDE, soft X-CTU, Placi de dezvoltare cu Arduino sau similar.

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.)*

Din punct de vedere al ingineriei şi complexităţii de calcul, reţelele de senzori devin o sursa bogată de probleme privind protocoalele de comunicaţii, detecţia si controlul sistemelor cu ajutorul reţelelor de senzori, baze de date distribuite, modele probabilistice si proiectarea algoritmica. Acest curs doreşte sa abordeze bogata literatură din domeniul RSW din perspectiva Teoriei Informaţiei precum compresia, rutarea, monitorizarea si managementul inteligent al datelor dar şi din perspectiva aplicativă a reţelelor de senzori, precum arhitecturi, eficienţa energetică, dezvoltare practică.

Disciplina urmăreşte în principal trei obiective: de a introduce studenţii in domeniul reţelelor de senzori (RS), de a le prezenta problemele importante care apar in proiectarea aplicaţiilor de procesare şi transmitere a informaţiilor in RS si de a preciza conformitatea soluţiilor cu standardele utilizate in domeniul RS. Se vor prezenta algoritmi de compresie, algoritmi de rutare şi agregare a datelor, algoritmi de decizie distribuită pentru senzori inteligenţi şi protocoale de comunicaţie, o atenţie deosebita se va acorda studierii standardelor IEEE 802.11. De asemenea, se vor trata probleme legate de eficienţa energetică a algoritmilor şi tehnicilor folosite pentru procesarea şi transmiterea datelor în RSW.

Programa analitica reflectă îmbinarea fundamentelor teoretice cu aplicaţiile practice.

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	Demonstrează că deţine cunoştinţe avansate în domeniul reţelelor de senzori wireless, le corelează şi le aplică în practică. Aplică algoritmi specifici, identifică soluţii şi argumentează şi analizează corect contextul de aplicare a cunostinţelor din domeniu. Proiectează reţele de senzori şi reţele de transmitere a informaţiei în cadrul unei întreprinderi folosind elemente din ştiinţa calculatoarelor; Implementează şi utilizează hardware şi software în aplicaţiile din electronică aplicată cu reţele de senzori wireless inteligente. Utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral, în română şi engleză.
Transversale (generale)	Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificarea exactă a obiectivelor de realizat, a unor factori potenţiali de risc, a resurselor disponibile, a aspectelor economico-financiare, condiţiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru şi termenelor de realizare aferente; Executarea responsabilă a unor sarcini de lucru în echipă pluridisciplinară, cu asumarea de roluri pe diferite paliere ierarhice; Identificarea nevoii de formare continuă si utilizarea eficientă a surselor informaţionale si a resurselor de comunicare si formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicaţii software de specialitate, baze de date, cursuri on-line, etc.) atât in limba română cât şi în engleză.

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.* Enumeră, clasifică şi caracterizează tipuri de arhitecturi, protocoale de rutare, metode de agregare a datelor, protocoale de comunicaţie, metode de compresie a datelor în reţele de senzori wireless. Defineşte noţiuni specifice domeniului. Descrie arhitecturi de noduri senzor wireless, aplicaţii cu reţele de senzori wireless. Evidenţiază caracteristicile de bază a reţelelor de senzori wireless. Aplică metode inteligente de achiziţie, compresie şi agregare a datelor în cadrul reţelelor de senzori. Descrie şi implementează algoritmi inteligenţi de eficientizare energetică a nodurilor senzor. Aplică cunoştinţele, conceptele şi metodele elementare privitoare la limbaje şi tehnici de programare.
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. Lucrează productiv în echipă. Verifică experimental soluţii identificate. Rezolvă aplicaţii practice. Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluţiile identificate.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* 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 a situaţiei problemă de rezolvat Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează şi respectă principiile de etică academică.

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.)*

În cadrul acestei materii, considerând atât orele de curs cât şi cele de aplicaţii, se vor folosi metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa 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 Power Point. Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.

Prezentările pot fi realizate şi cu ajutorul canalelor de comunicaţii online, pe platforma Teams.

Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	1. Introducere în Rețelele de Senzori. Aplicații. Perspectiva globală; necesitați. Rețele de Senzori Wireless (RSW). Aplicații ale RSW.	1,5
2	2. Arhitecturi de retele de senzori. Clasificări. Arhitecturi de comunicație. Arhitectura unui nod. Dezvoltarea practică a unui nod.	1,5
3	3. Rutarea si agregarea datelor in RSW. Protocoale de rutare. Exemple. Funcții de agregare.	3
4	4. Protocoale de comunicație in RSW. Protocolul MAC. Standardele IEEE 802.11, IEEE 802.15. LoRa, ZigBee.	4,5
5	5. Eficienta energetica in RSW. Analiza distribuției consumului energetic. Tehnici de eficientizare a consumului.	1,5
6	6. Compresia datelor în RSW. Aplicarea algoritmilor de compresie clasice din Teoria Informației în RSW. Codarea Huffman în RSW.	1,5
7	7. Sincronizarea nodurilor în RSW Importanța sincronizării. Metode de sincronizare.	1,5
8	8. Stocarea și interogarea datelor în RSW. Tipuri de interogări în RSW. Exemple practice. Modalități de stocare a datelor în RSW.	1,5
9	9. Procesarea datelor in RS Metode si algoritmi de procesare. Detectia distribuita.	1,5
10	10. Monitorizarea si managementul datelor emise de senzori Obiectivele monitorizării datelor. Identificarea datelor semnificative: procesarea în rețea. Soluții de monitorizare practice.	3
	Total:	21

Bibliografie:
1. Săcăleanu Dragoş-Ioan, Rețele de senzori, suport de curs electronic, https://archive.curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3401
2. S. S. Yellampalli (Ed.) Wireless Sensor Networks - Design, Deployment and Applications. London, United Kingdom, IntechOpen, 2021 [Online]. Available from: https://www.intechopen.com/books/8086 doi: 10.5772/intechopen.77917
3. Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, Edited by Mohammad Ilyas And Imad Mahgoub, CRC PRESS, Boca Raton London New York Washington, D.C., 2004
4. Mobile, Wireless, And Sensor Networks Technology, Applications And Future Directions, Edited By Rajeev Shorey, A. Ananda, Mun Choon Chan, Wei Tsang Ooi, IEEE Press, JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION, 2006
5. Learning from Data Streams. Processing Techniques in Sensor Networks, Edited by João Gama, Mohamed Medhat Gaber, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007
6. I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, Wireless sensor networks: a survey, Computer Networks, vol. 38, no. 4, pp. 393-442, March 2002.
7. Smart Wireless Sensor Networks, Edited by Mr. Hoang Duc Chinh and Dr. Yen Kheng Tan, InTech, ISBN 978-953-307-261-6, 2010
8. FUNDAMENTALS OF WIRELESS SENSOR NETWORKS THEORY AND PRACTICE, Waltenegus Dargie, Christian Poellabauer, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, ISBN 978-0-470-99765-9, 2010
9. WIRELESS SENSOR NETWORKS – TECHNOLOGY AND PROTOCOLS, Edited by Mohammad A. Matin, InTech, ISBN 978-953-51-0735-4, 2012
10. Wireless Sensor Networks: An Information Processing Approach, Feng Zhao and Leonidas Guibas, Morgan Kaufmann Publishers

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Conectarea componentelor specifice pentru realizarea unui nod senzor wireless.	2
2	Achiziția datelor de la senzori.	2
3	Transmiterea datelor de la noduri către stația de bază prin protocolul XBEE	2
4	Transmiterea datelor de la noduri către stația de bază prin protocolul LoRa.	2
5	Transmiterea datelor de la noduri către stația de bază prin protocolul Enhanced Shockburst.	2
6	Creșterea eficientei energetice la transmiterea datelor în RSW prin folosirea algoritmilor specifici.	2
7	Monitorizarea datelor de mediu folosind RSW.	2
	Total:	14

Bibliografie:
1. Săcăleanu Dragoş-Ioan, Rețele de senzori, suport de laborator electronic, https://archive.curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3401
2. www.arduino.cc
3. foi de catalog pentru componentele nodului (XBEE, DHT21, Arduino UNO, arduino Pro Mini, Arduino MKR 1310 WAN).

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 din domeniul reţelelor de senzori; - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei în practică;	Examen scris în timpul sesiunii, unde subiectele vor acoperi întreaga materie.	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- înţelegerea unei probleme teoretice şi implementarea soluţiilor în practică; - demonstrarea funcţionării unui program implementat pe o platformă de dezvoltare.	Verificarea modului de implementare a unor soluţii pe platforme de dezvoltare hardware prin demonstraţie practică.	50%
11.6 Condiţii de promovare			
Obţinerea a 50% din punctajul total. Conform regulamentului de studii.			

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)

Procesarea si transmiterea informației in rețele de senzori este un domeniu care aparține științei calculatoarelor cu aplicații in domeniul industrial. Datorita progresului din domeniile micro senzori, rețele wireless si procesare integrată, rețelele ad-hoc de senzori devin disponibile pentru aplicații comerciale si militare precum monitorizarea mediului (ex: trafic, habitat, securitate), detecție si diagnoza in mediul industrial (ex. fabrici), infrastructura (ex. linii de alimentare cu energie electrica, distribuția apei potabile, evacuarea deșeurilor menajere) si supraveghere pe câmpul de lupta (ex. urmărirea țintelor multiple). RSW au câștigat o popularitate considerabilă datorită flexibilității cu care pot rezolva probleme în diferite domenii de aplicații. În comparație cu rețelele ad-hoc clasice, RSW prezintă limitări privind capacitățile de calcul, de memorie sau resursele energetice. Astfel, deoarece în majoritatea cazurilor modulele sunt amplasate în locuri în care este necesar un sistem fără fir, provocarea principală este de a realiza o rețea de senzori în așa fel încât consumul de energie să fie redus la minimum pentru a maximiza durata de viață a rețelei.

În acest context, programa disciplinei Rețele de Senzori răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție. În cadrul orelor de curs se asigură însușirea cunoștințelor teoretice si aplicative (concepte, principii si algoritmi) referitoare la optimizarea procesării si transmisiunii informației prin rețele de senzori wireless folosind Teoria Informației. Întregul curs este concentrat pe legăturile dintre aspectele teoretice si aplicațiile practice ale domeniului In cadrul orelor aplicative vor fi studiate și realizate aplicații hardware si software în care studenții vor fi implicații in realizarea sau simularea unor rețele de senzori, implementarea unor algoritmi si in studierea îmbunătățirilor obținute in funcționarea rețelelor simulate. Realizările practice si dezvoltarea programelor asigura însușirea temeinica a unor cunoștințe importante asupra domeniilor de aplicabilitate ale rețelelor de senzori si a implementării in conformitate cu standardele de comunicație utilizate in domeniul rețelelor wireless în industrie. Astfel, se asigură

absolvenţilor competente adecvate cu necesităţile şi cerinţele calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universităţii Politehnica din Bucureşti.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	S.l./Lect. Dr. Dragoş-Ioan SĂCĂLEANU	S.l./Lect. Dr. Dragoş-Ioan SĂCĂLEANU

Data avizării în departament	Director de departament

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