



### 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	Electronică și Informatică Aplicată

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Rețele de senzori					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		S.I./Lect. Dr. Dragoș-Ioan SĂCĂLEANU					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		S.I./Lect. Dr. Dragoș-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	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.01-09	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților 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 învățământ	35.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					55
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					5
Examinări					5
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Nu este cazul
4.2 de rezultate ale învățării	Acumulare cunoștințe de Teoria Transmisiunii Informației, Rețele de Calculatoare, Procesarea Digitală a Semnalelor, Programare de microcontrolere

#### 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.
----------	--



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura 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 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.*)

Din punct de vedere al ingineriei și complexității de calcul, rețelele de senzori devin o sursă bogată de probleme privind protocoalele de comunicații, detecția și controlul sistemelor cu ajutorul rețelelor de senzori, baze de date distribuite, modele probabilistice și proiectarea algoritmică. Acest curs dorește să abordeze bogata literatură din domeniul RSW din perspectiva Teoriei Informației precum compresia, rutarea, monitorizarea și managementul inteligent al datelor dar și din perspectiva aplicativă a rețelelor de senzori, precum arhitecturi, eficiența energetică, dezvoltare practică.

Disciplina urmărește în principal trei obiective: de a introduce studenții în domeniul rețelelor de senzori (RS), de a le prezenta problemele importante care apar în proiectarea aplicațiilor de procesare și transmitere a informațiilor în RS și de a preciza conformitatea soluțiilor cu standardele utilizate în domeniul RS. Se vor prezenta algoritmi de compresie, algoritmi de rutare și agregare a datelor, algoritmi de decizie distribuită pentru senzori inteligenți și protocoale de comunicație, o atenție deosebită se va acorda studierii standardelor IEEE 802.11. De asemenea, se vor trata probleme legate de eficiența energetică a algoritmilor și tehnicilor folosite pentru procesarea și transmiterea datelor în RSW.

Programa analitică reflectă îmbinarea fundamentelor teoretice cu aplicațiile practice.

**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.*)

<b>Specifice</b>	Demonstrează că deține cunoștințe avansate în domeniul rețelelor de senzori wireless, le corelează și le aplică în practică. Aplică algoritmi specifici, identifică soluții și argumentează și analizează corect contextul de aplicare a cunoștințelor din domeniu. Proiectează rețele de senzori și rețele de transmitere a informației în cadrul unei întreprinderi folosind elemente din știința calculatoarelor; Implementează și utilizează hardware și software în aplicațiile din electronică aplicată cu rețele de senzori wireless inteligente. Utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral, în română și engleză.
<b>Transversale (generale)</b>	Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificarea exactă a obiectivelor de realizat, a unor factori potențiali de risc, a resurselor disponibile, a aspectelor economico-financiare, condițiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru și 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 și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line, etc.) atât în limba română cât și în engleză.



**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.)

<b>Cunoștințe</b>	<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> <p>Enumeră, clasifică și caracterizează tipuri de arhitecturi, protocoale de rutare, metode de agregare a datelor, protocoale de comunicație, metode de compresie a datelor în rețele de senzori wireless.</p> <p>Definește noțiuni specifice domeniului.</p> <p>Describe arhitecturi de noduri senzor wireless, aplicații cu rețele de senzori wireless.</p> <p>Evidențiază caracteristicile de bază a rețelelor de senzori wireless.</p> <p>Aplică metode inteligente de achiziție, compresie și agregare a datelor în cadrul rețelelor de senzori.</p> <p>Describe și implementează algoritmi inteligenți de eficientizare energetică a nodurilor senzor.</p> <p>Aplică cunoștințele, conceptele și metodele elementare privitoare la limbaje și tehnici de programare.</p>
<b>Aptitudini</b>	<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>Lucrează productiv în echipă.</p> <p>Verifică experimental soluții identificate.</p> <p>Rezolvă aplicații practice.</p> <p>Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</p> <p>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</p> <p>Formulează concluzii la experimentele realizate.</p> <p>Argumentează soluțiile identificate.</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</p> <p>Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</p> <p>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</p> <p>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează și respectă principiile de etică academică.</p>

**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.)



În cadrul acestei materii, considerând atât orele de curs cât și cele de aplicații, se vor folosi metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea 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 Power Point. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Prezentările pot fi realizate și cu ajutorul canalelor de comunicații online, pe platforma Teams.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Introducere în Rețelele de Senzori. Aplicații. Perspectiva globală; necesități. Rețele de Senzori Wireless (RSW). Aplicații ale RSW.	1,5
2	2. Arhitecturi de rețele de senzori. Clasificări. Arhitecturi de comunicație. Arhitectura unui nod. Dezvoltarea practică a unui nod.	1,5
3	3. Rutarea și agregarea datelor în RSW. Protocoale de rutare. Exemple. Funcții de agregare.	3
4	4. Protocoale de comunicație în RSW. Protocolul MAC. Standardele IEEE 802.11, IEEE 802.15. LoRa, ZigBee.	4,5
5	5. Eficiența energetică în 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 în RS. Metode și algoritmi de procesare. Detectia distribuită.	1,5
10	10. Monitorizarea și managementul datelor emise de senzori. Obiectivele monitorizării datelor. Identificarea datelor semnificative: procesarea în rețea. Soluții de monitorizare practice.	3
	<b>Total:</b>	21



**Bibliografie:**

1. Săcăleanu Dragoș-Ioan, Rețele de senzori, suport de curs electronic, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=11163>
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, Walteneagus 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 eficienței energetice la transmiterea datelor în RSW prin folosirea algoritmilor specifici.	2
7	Monitorizarea datelor de mediu folosind RSW.	2
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**

1. Săcăleanu Dragoș-Ioan, Rețele de senzori, suport de laborator electronic, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=11163>
2. [www.arduino.cc](http://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	- cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale din domeniul rețelelor de senzori; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei în practică;	Examen scris în timpul sesiunii, unde subiectele vor acoperi întreaga materie.	40%
	- capacitatea de extragere și de înțelegere de noțiuni specifice din lucrări științifice din domeniu.	Verificarea unei teme de casa prin prezentare orală și analiză de conținut a lucrărilor.	20%
11.5 Seminar/laborator/proiect	- înțelegerea unei probleme teoretice și implementarea soluțiilor în practică; - demonstrarea funcționării unui program implementat pe o platformă de dezvoltare.	Verificarea modului de implementare a unor soluții pe platforme de dezvoltare hardware prin demonstrație practică.	40%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

## 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)

Procesarea și transmiterea informației în rețele de senzori este un domeniu care aparține științei calculatoarelor cu aplicații în domeniul industrial. Datorită progresului din domeniile micro senzori, rețele wireless și procesare integrată, rețelele ad-hoc de senzori devin disponibile pentru aplicații comerciale și militare precum monitorizarea mediului (ex: trafic, habitat, securitate), detecție și diagnoza în mediul industrial (ex. fabrici), infrastructura (ex. linii de alimentare cu energie electrică, distribuția apei potabile, evacuarea deșeurilor menajere) și supraveghere pe câmpul de luptă (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 și aplicative (concepte, principii și algoritmi) referitoare la optimizarea procesării și transmisiunii informației prin rețele de senzori wireless folosind Teoria Informației. Întregul curs este concentrat pe legăturile dintre aspectele teoretice și aplicațiile practice ale domeniului. În cadrul orelor aplicative vor fi studiate și realizate aplicații hardware și software în care studenții vor fi implicați în realizarea sau simularea unor rețele de senzori, implementarea unor algoritmi și în studierea îmbunătățirilor obținute în funcționarea rețelelor simulate. Realizările practice și dezvoltarea programelor asigură însușirea temeinică a unor cunoștințe



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației**



importante asupra domeniilor de aplicabilitate ale rețelelor de senzori și a implementării în conformitate cu standardele de comunicație utilizate în domeniul rețelelor wireless în industrie. Astfel, se asigură absolvenților competențe adecvate cu necesitățile și cerințele calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnice din București.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	S.l./Lect. Dr. Dragoș-Ioan SĂCĂLEANU	S.l./Lect. Dr. Dragoș-Ioan SĂCĂLEANU

Data avizării în departament	Director de departament
29.10.2024	Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
29.10.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea