



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



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	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)				Rețele de senzori			
(en)				Sensor Networks			
2.2 Titularul activităților de curs				Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulescu			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulescu			
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Op
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.08.A.312	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3.5	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	49	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					46
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					2
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	51.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Rețele de comunicații, Semnale și sisteme, Arhitectura microprocesoarelor
4.2 de rezultate ale învățării	• Experiență în limbaje de programare la nivel înalt • Înțelegere a elementelor fundamentale ale microcontrolerelor și microprocesoarelor privind arhitecturile, programarea, interfețele și depanarea • Bună înțelegere a metodelor de procesare a semnalelor

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Sală de curs cu video proiector.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laborator cu video proiector, senzori, kituri și plăci de dezvoltare.

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.)

Formarea competențelor privind înțelegerea principiilor de funcționare, arhitectura, tehnologiile și aplicațiile rețelelor de senzori (SN – Sensor Networks), precum și dezvoltarea abilităților de proiectare și analiză a unor astfel de sisteme

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	- Înțelegerea principiilor de funcționare a senzorilor și sistemelor de achiziție de date. - Analiza arhitecturii și componentelor rețelelor de senzori. - Selectarea tehnologiilor de comunicație adecvate. - Proiectarea rețelelor de senzori pentru aplicații specifice. - Configurarea și implementarea unei rețele de senzori. - Evaluarea performanțelor și optimizarea funcționării. - Utilizarea instrumentelor software și hardware pentru testare și simulare. - Prelucrarea și fuziunea datelor provenite din senzori. - Integrarea rețelelor de senzori în sisteme IoT.
Transversale (generale)	- Comunicare eficientă în contexte profesionale și interdisciplinare. - Lucru în echipă și cooperare în activități de proiectare și implementare a sistemelor. - Dezvoltare profesională continuă și adaptabilitate la evoluția tehnologică.

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 exemplelor 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	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. La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să: 1. Explice principiile de funcționare ale senzorilor și structura generală a unei rețele de senzori. 2. Descrie arhitectura, componentele și rolul fiecărui element dintr-o rețea de senzori. 3. Identifice principalele tehnologii și protocoale de comunicație utilizate în rețelele de senzori (ZigBee, LoRa, BLE, Wi-Fi.). 4. Recunoască metodele de achiziție, transmitere și prelucrare a datelor provenite din senzori. 5. Explice conceptele de eficiență energetică, latență, fiabilitate și scalabilitate în contextul rețelelor de senzori.
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). La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să: 1. Proiecteze o rețea de senzori în funcție de cerințele unei aplicații specifice. 2. Selecteze și configureze componente hardware și software adecvate implementării unei rețele de senzori. 3. Utilizeze instrumente de simulare și programare pentru testarea și evaluarea rețelelor de senzori. 4. Analizeze și interpreteze datele colectate din rețele de senzori. 5. Integreze rețelele de senzori în sisteme IoT sau platforme de monitorizare și control.
Responsabilitate și autonomie	Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. La finalul disciplinei, studentul va demonstra: 1. Responsabilitate în aplicarea principiilor de proiectare și implementare a sistemelor tehnice. 2. Capacitate de colaborare și lucru în echipă pentru dezvoltarea proiectelor bazate pe rețele de senzori. 3. Interes pentru perfecționare continuă și adaptabilitate la evoluțiile tehnologice din domeniul IoT și al comunicațiilor wireless. 4. Respectarea normelor etice și profesionale în activitatea de proiectare, testare și utilizare a sistemelor inteligente.

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.)



Având în vedere experiența cadrelor didactice și analiza caracteristicilor de învățare și a nevoilor specifice ale studenților, procesul didactic va integra un echilibru între prelegeri teoretice și metode interactive de predare, menite să stimuleze implicarea activă a studenților.

Studenții vor fi încurajați să prezinte teme de interes din domeniul cursului, fiind alocat timp pentru prezentări și discuții în echipă în cadrul fiecărui curs. Aceste activități vor fi fundamentate pe modele de învățare prin descoperire, oferind studenților oportunități de a explora realitatea în mod direct și indirect prin experimente, demonstrații și aplicații practice.

De asemenea, cursul va include metode de învățare bazate pe acțiune, cum ar fi exerciții aplicative, activități practice (hands-on) și rezolvarea de probleme reale. O valoare adăugată importantă a acestei discipline este implicarea invitaților din mediul industrial, care, prin experiența și mărturiile lor, confirmă utilitatea conceptelor și a competențelor practice dobândite de studenți pe parcursul cursului.

În cadrul activităților didactice, prelegerile vor fi susținute de prezentări PowerPoint, materiale video și resurse vizuale puse la dispoziția studenților. La începutul fiecărui curs se va realiza o recapitulare a capitolelor anterioare, iar la finalul fiecărei întâlniri vor fi anunțate noile teme ce urmează a fi studiate. Prezentările vor include imagini, diagrame și hărți vizuale pentru a facilita o înțelegere clară și o asimilare eficientă a informațiilor.

Pentru consolidarea cunoștințelor, la finalul fiecărui curs se va organiza o activitate practică (hands-on), menită să aplice în mod direct conceptele teoretice discutate.

Disciplina îmbină cunoștințele teoretice cu activități practice menite să sprijine procesul de învățare al studenților și să încurajeze colaborarea, comunicarea eficientă și descoperirea prin experiență directă într-un mediu favorabil dezvoltării.

Totodată, se va pune accent pe ascultarea activă și comunicarea asertivă, precum și pe mecanismele de feedback ca mijloace de reglare a comportamentului și de adaptare a abordărilor pedagogice la nevoile de învățare ale studenților.

În final, studenții vor avea oportunitatea de a-și dezvolta competențele de lucru în echipă prin rezolvarea unor sarcini de învățare colaborative, care stimulează gândirea critică, creativitatea și responsabilitatea partajată.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în rețelele de senzori wireless (WSN). Noțiuni generale. Definiții de bază: senzor, nod de rețea, WSN. Motivația utilizării WSN și fundamente teoretice. Provocări și constrângeri: energie, comunicație, calcul, auto-organizare, scalabilitate. Aspecte de fiabilitate, toleranță la erori și securitate.	2
2	Aplicațiile rețelelor de senzori wireless. Prezentare generală a domeniilor de aplicare. Exemple de prototipuri și studii de caz. Analiza performanței și a cerințelor specifice fiecărui domeniu.	2
3	Arhitectura nodului de senzor. Subansamble funcționale: subsistemul de detecție (senzori, ADC), subsistemul de procesare (microcontrolere, DSP, ASIC, FPGA), interfețele de comunicație (SPI, I ² C, UART). Sistemul de alimentare și gestionarea energiei. Exemple de arhitecturi reale.	2
4	Sisteme de operare pentru rețele de senzori. Noțiuni generale privind sistemele de operare embedded. Aspecte funcționale: planificarea sarcinilor, multitasking, programare bazată pe evenimente vs. fire de execuție, gestionarea întreruperilor, alocarea memoriei. Aspecte nefuncționale: portabilitate, reprogramare dinamică, consum de resurse. Studii de caz: TinyOS, SOS, Contiki, LiteOS.	2
5	Stratul fizic (Physical Layer). Componentele de bază ale stratului fizic. Codare de sursă și de canal. Mecanisme de detecție și corectare a erorilor. Tehnici de modulație: ASK, FSK, PSK, QAM. Propagarea semnalului radio și modelele de atenuare. Aspecte practice privind transmisia wireless pentru nodurile de senzori.	2
6	Protocolul de acces la mediu (MAC Layer). Principii generale ale accesului la mediu. Protocoale fără competiție (TDMA) și cu competiție (CSMA/CA). Protocoale standard: IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, ZigBee. Protocoale eficiente energetic: S-MAC, T-MAC, WiseMAC, LEACH. Analiza caracteristicilor: latență, scalabilitate, fiabilitate, adaptabilitate.	2
7	Rutarea în rețelele de senzori wireless (Network Layer). Noțiuni de bază și metrici de rutare. Metode simple: flooding, gossiping. Rutare centrată pe date: SPIN, Directed Diffusion, Rumor Routing. Protocoale proactive și la cerere: DSDV, OLSR, AODV, DSR. Rutare ierarhică și bazată pe localizare: LEACH, GPSR, Geocasting. Protocoale cu calitate a serviciului (QoS): SPEED, MMSPEED.	2
8	Managementul energiei în WSN. Surse și consum de energie. Strategii locale de economisire: procesor, subsistem de comunicații, memorie activă. Managementul dinamic al energiei (DPM): moduri de operare, scalare dinamică a frecvenței și tensiunii. Programarea sarcinilor cu consum redus. Arhitecturi conceptuale pentru eficiență energetică.	2
9	Sincronizarea temporală în rețelele de senzori. Ceasuri și problema sincronizării. Cauze ale latențelor și incertitudinii. Importanța sincronizării pentru fuziunea datelor și coordonarea rețelei. Protocoale: RBS, TPSN, FTSP, LTS, TDP, MiniSync, TinySync. Comparatie între precizie, complexitate și consum de energie.	2



10	Localizarea nodurilor în rețelele de senzori. Rolul localizării și principiile de bază. Tehnici de determinare a distanței: ToA, TDoA, AoA, RSS. Metode bazate pe distanță: triangulație, trilateratie, multilateratie, localizare GPS. Metode fără distanță: APS, DV-hop, MDS, centroid. Localizare bazată pe evenimente și metode hibride.	2
11	Securitatea în rețelele de senzori wireless. Fundamentele securității de rețea. Provocări specifice mediilor WSN: resurse limitate, distribuție dinamică. Tipuri de atacuri: DoS, atacuri pe rutare, strat de transport, agregare de date, confidențialitate. Mecanisme de protecție: criptografie simetrică și asimetrică, gestionarea cheilor, apărări împotriva atacurilor. Protocoale de securitate: TinySec, LEAP, securitatea ZigBee.	2
12	Programarea rețelelor de senzori wireless. Dificultăți în programarea sistemelor distribuite. Modele de programare nod-centrice: nesC, TinyGALS, SNAK, modele bazate pe fire de execuție. Macroprogramare și abstracții de nivel înalt: Abstract Regions, EnviroTrack, modele tip bază de date. Reprogramare dinamică și actualizare over-the-air.	2
13	Simularea și testarea rețelelor de senzori. Rolul simulării în cercetare și dezvoltare. Instrumente și medii: NS-2/NS-3, OMNeT++, TOSSIM, Cooja. Modelarea comunicațiilor wireless, a consumului energetic și a mobilității. Testbed-uri experimentale. Metode de validare și evaluare a performanței.	2
14	Tendențe moderne și integrarea WSN cu IoT. Convergența WSN cu Internet of Things (IoT) și sistemele ciber-fizice. Integrarea cu Edge și Cloud computing. Rețele LPWAN: LoRa, NB-IoT. Aplicații inteligente și învățare automată pe dispozitive (TinyML). Direcții actuale de cercetare și recapitulare finală.	2
Total:		28

Bibliografie:

Waltenegus Dargie & Christian Poellabauer – *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice*, Wiley, 2010,
https://www.researchgate.net/profile/Waltenegus-Dargie/publication/261958666_Fundamentals_of_Wireless_Sensor_Networks_Theory_and_Practice/links/5b30b80d4585150d23cf7b28/Fundamentals-of-Wireless-Sensor-Networks-Theory-and-Practice.pdf
Mohamed Ibnkahla, *Wireless Sensor Networks*, CRC Press 2017.
Nandini Mukherjee, *Building Wireless Sensor Networks*, CRC Press 2017

Bibliografie:

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs			
11.5 Seminar/laborator/proiect			
11.6 Condiții de promovare			

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 (SEIS)

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
25.09.2025	Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu	Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu

Data avizării în departament	Director de departament
26.09.2025	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
--	-------



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea