Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

FIŞA 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, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii şi Sisteme de Telecomunicaţii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Rețele de senzori Sensor Networks			
2.2 Titularul activităților de curs				Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu			
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 Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					46
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 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.)*

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. 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	- Înţelegerea principiilor de funcţionare a senzorilor şi sistemelor de achiziţie de date. - Analiza arhitecturii şi componentelor reţelelor de senzori. - Selectarea tehnologiilor de comunicaţie adecvate. - Proiectarea reţelelor de senzori pentru aplicaţii specifice. - Configurarea şi implementarea unei reţele de senzori. - Evaluarea performanţelor şi optimizarea funcţionării. - Utilizarea instrumentelor software şi hardware pentru testare şi simulare. - Prelucrarea şi fuziunea datelor provenite din senzori. - Integrarea reţelelor de senzori în sisteme IoT.
Transversale (generale)	- Comunicare eficientă în contexte profesionale şi interdisciplinare. - Lucru în echipă şi cooperare în activităţi de proiectare şi implementare a sistemelor. - Dezvoltare profesională continuă şi adaptabilitate la evoluţia tehnologică.

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.* La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să: 1. Explice principiile de funcţionare ale senzorilor şi structura generală a unei reţele de senzori. 2. Descrie arhitectura, componentele şi rolul fiecărui element dintr-o reţea de senzori. 3. Identifice principalele tehnologii şi protocoale de comunicaţie utilizate în reţelele de senzori (ZigBee, LoRa, BLE, Wi-Fi.). 4. Recunoască metodele de achiziţie, transmitere şi prelucrare a datelor provenite din senzori. 5. Explice conceptele de eficienţă energetică, latenţă, fiabilitate şi scalabilitate în contextul reţelelor de senzori.
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).* La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să: 1. Proiecteze o reţea de senzori în funcţie de cerinţele unei aplicaţii specifice. 2. Selecteze şi configureze componente hardware şi software adecvate implementării unei reţele de senzori. 3. Utilizeze instrumente de simulare şi programare pentru testarea şi evaluarea reţelelor de senzori. 4. Analizeze şi interpreteze datele colectate din reţele de senzori. 5. Integreze reţelele de senzori în sisteme IoT sau platforme de monitorizare şi control.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* La finalul disciplinei, studentul va demonstra: 1. Responsabilitate în aplicarea principiilor de proiectare şi implementare a sistemelor tehnice. 2. Capacitate de colaborare şi lucru în echipă pentru dezvoltarea proiectelor bazate pe reţele de senzori. 3. Interes pentru perfecţionare continuă şi adaptabilitate la evoluţiile tehnologice din domeniul IoT şi al comunicaţiilor wireless. 4. Respectarea normelor etice şi profesionale în activitatea de proiectare, testare şi 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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Având în vedere experienţa cadrelor didactice şi analiza caracteristicilor de învăţare şi a nevoilor specifice ale studenţilor, procesul didactic va integra un echilibru între prelegeri teoretice şi metode interactive de predare, menite să stimuleze implicarea activă a studenţilor.

Studenţii vor fi încurajaţi să prezinte teme de interes din domeniul cursului, fiind alocat timp pentru prezentări şi discuţii în echipă în cadrul fiecărui curs. Aceste activităţi vor fi fundamentate pe modele de învăţare prin descoperire, oferind studenţilor oportunităţi de a explora realitatea în mod direct şi indirect prin experimente, demonstraţii şi aplicaţii practice.

De asemenea, cursul va include metode de învăţare bazate pe acţiune, cum ar fi exerciţii aplicative, activităţi practice (hands-on) şi rezolvarea de probleme reale. O valoare adăugată importantă a acestei discipline este implicarea invitaţilor din mediul industrial, care, prin experienţa şi mărturiile lor, confirmă utilitatea conceptelor şi a competenţelor practice dobândite de studenţi pe parcursul cursului.

În cadrul activităţilor didactice, prelegerile vor fi susţinute de prezentări PowerPoint, materiale video şi resurse vizuale puse la dispoziţia studenţilor. La începutul fiecărui curs se va realiza o recapitulare a capitolelor anterioare, iar la finalul fiecărei întâlniri vor fi anunţate noile teme ce urmează a fi studiate. Prezentările vor include imagini, diagrame şi hărţi vizuale pentru a facilita o înţelegere clară şi o asimilare eficientă a informaţiilor.

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

Disciplina îmbină cunoştinţele teoretice cu activităţi practice menite să sprijine procesul de învăţare al studenţilor şi să încurajeze colaborarea, comunicarea eficientă şi descoperirea prin experienţă directă într-un mediu favorabil dezvoltării.

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

În final, studenţii vor avea oportunitatea de a-şi dezvolta competenţele de lucru în echipă prin rezolvarea unor sarcini de învăţare colaborative, care stimulează gândirea critică, creativitatea şi responsabilitatea partajată.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în reţelele de senzori wireless (WSN). Noţiuni generale. Definiţii de bază: senzor, nod de reţea, WSN. Motivaţia utilizării WSN şi fundamente teoretice. Provocări şi constrângeri: energie, comunicaţie, calcul, auto-organizare, scalabilitate. Aspecte de fiabilitate, toleranţă la erori şi securitate.	2
2	Aplicaţiile reţelelor de senzori wireless. Prezentare generală a domeniilor de aplicare. Exemple de prototipuri şi studii de caz. Analiza performanţei şi a cerinţelor specifice fiecărui domeniu.	2
3	Arhitectura nodului de senzor. Subansamble funcţionale: subsistemul de detecţie (senzori, ADC), subsistemul de procesare (microcontrolere, DSP, ASIC, FPGA), interfeţele de comunicaţie (SPI, I²C, UART). Sistemul de alimentare şi gestionarea energiei. Exemple de arhitecturi reale.	2
4	Sisteme de operare pentru reţele de senzori. Noţiuni generale privind sistemele de operare embedded. Aspecte funcţionale: planificarea sarcinilor, multitasking, programare bazată pe evenimente vs. fire de execuţie, gestionarea întreruperilor, alocarea memoriei. Aspecte nefuncţionale: 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 şi de canal. Mecanisme de detecţie şi corectare a erorilor. Tehnici de modulaţie: ASK, FSK, PSK, QAM. Propagarea semnalului radio şi 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 competiţie (TDMA) şi cu competiţie (CSMA/CA). Protocoale standard: IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, ZigBee. Protocoale eficiente energetic: S-MAC, T-MAC, WiseMAC, LEACH. Analiza caracteristicilor: latenţă, scalabilitate, fiabilitate, adaptabilitate.	2
7	Rutarea în reţelele de senzori wireless (Network Layer). Noţiuni de bază şi metrici de rutare. Metode simple: flooding, gossiping. Rutare centrată pe date: SPIN, Directed Diffusion, Rumor Routing. Protocoale proactive şi la cerere: DSDV, OLSR, AODV, DSR. Rutare ierarhică şi bazată pe localizare: LEACH, GPSR, Geocasting. Protocoale cu calitate a serviciului (QoS): SPEED, MMSPEED.	2
8	Managementul energiei în WSN. Surse şi consum de energie. Strategii locale de economisire: procesor, subsistem de comunicaţii, memorie activă. Managementul dinamic al energiei (DPM): moduri de operare, scalare dinamică a frecvenţei şi tensiunii. Programarea sarcinilor cu consum redus. Arhitecturi conceptuale pentru eficienţă energetică.	2
9	Sincronizarea temporală în reţelele de senzori. Ceasuri şi problema sincronizării. Cauze ale latenţelor şi incertitudinii. Importanţa sincronizării pentru fuziunea datelor şi coordonarea reţelei. Protocoale: RBS, TPSN, FTSP, LTS, TDP, MiniSync, TinySync. Comparaţie între precizie, complexitate şi 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, trilaterație, multilaterație, 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	Tendințe 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 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)

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu	Conf. Dr. Ana-Maria-Claudia Drăgulinescu

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	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

22.09.2026 Prof. Dr. Mihnea Udrea