



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	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Calcul Avansat în Sisteme Embedded

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Rețele de senzori fără fir și IoT					
(en)		Wireless Sensor Networks and the Internet of Things					
2.2 Titularul activităților de curs		Conf. Dr. Razvan Craciunescu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Conf. Dr. Razvan Craciunescu					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.26-22	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					63
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					2
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	69.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Sisteme de operare, Programarea calculatoarelor, Baze de date, Rețele locale, Protocoale de comunicație, Sisteme încorporate, Proiectarea cu microprocesoare. Utilizarea sistemelor de Operare, Arhitectura sistemelor de calcul
4.2 de rezultate ale învățării	Utilizarea unui sistem de operare, utilizarea unui mediu pentru dezvoltarea aplicațiilor, programare în limbajele Python și C/C++, utilizarea liniei de comandă.



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

5.1 Curs	Sală cu proiector și whiteboard
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Sală cu sisteme de calcul și acces la Internet

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.*)

Cursul își propune explicarea ideilor fundamentale ce stau la baza rețelelor IoT și a constrângerilor legate de planificarea proceselor într-o rețea de acest gen. Cursul tratează arhitectura hardware și software a rețelelor IoT din punctul de vedere al constrângerilor de comunicație, cost și consum de energie. Sunt studiate tehnicile de optimizare a proiectării rețelelor IoT și tratarea în timp real a evenimentelor. De asemenea cursul prezintă conceptele care stau la baza proiectării sistemelor de operare care rulează pe un nod senzorial wireless.

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">– Demonstrează că deține cunoștințe de bază privind conceptele teoretice și metodele de dezvoltare a sistemelor IoT.– Aplică în practică cunoștințele teoretice dobândite și utilizează componentele hardware pentru a dezvolta sisteme IoT.– Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului IoT, pentru realizarea procesului de evaluare și planificare a procesului de management al sistemelor IoT, în funcție de problemele de rezolvat și identifică soluții.– Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului IoT, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.– Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente și corecte, în scris și oral.– Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea și aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">– Comunică eficient, în special în timpul orelor de aplicații, 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, de a identifica soluții, precum și de a desprinde și prezenta concluzii.– 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 academică, 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.)

Cunoștințe	<p>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 factice.</p> <ul style="list-style-type: none">• Cunoașterea conceptelor fundamentale ale proiectării unui nod senzorial IoT• Cunoașterea conceptelor fundamentale legate de protocoale și sisteme de operare specifice pentru IoT• Implementarea sistemelor IoT folosind protocoalele, algoritmi și sistemele de operare specifice domeniului• Programarea, simularea și proiectarea nodurilor și rețelelor IoT
Aptitudini	<p>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).</p> <ul style="list-style-type: none">• Operarea cu concepte și metode științifice în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației.• Însușirea bazelor funcționării rețelelor de tip Internet of Things• Cunoașterea elementelor definitorii ale tehnicilor de proiectare a rețelelor IoT și a nodurilor senzoriale• Cunoașterea elementelor de bază specifice protocoalelor și aplicațiilor destinate rețelelor IoT• Soluționarea problemelor folosind instrumentele științei și ingineriei calculatoarelor
Responsabilitate și autonomie	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none">• Desfășurarea sarcinilor profesionale printr-un comportament onorabil, responsabil, etic, în spiritul legii, pentru a asigura reputația profesiei.• Preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect și descrierea clară și concisă, verbală și în scris, în limba română și una internațională, a rezultatelor domeniilor de activitate• Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională

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 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 sau diferite filmulețe 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 în sisteme Internet of Things.	2
2	Prezentarea cazurilor de folosire și a aplicațiilor reale ce folosesc sisteme IoT.	2
3	Nivel fizic. Comunicatie Wireless. Antene și propagarea semnalului. Modulare și capacitatea canalului.	3
4	Stiva de protocoale de comunicație pentru IoT: IEEE 802.15.4., 6LoWPAN, CoAP, MQTT, DDS, AMQP.	3
5	Modele de comunicare în IoT: client-server, publish-subscribe, push-pull, exclusive pair. Comunicație REST. Comunicație prin Web Sockets.	3
6	Metodologia de proiectare a sistemelor IoT. Prezentarea exemplelor practice de proiectare și implementare a unui sistem IoT.	3
7	Sisteme de operare pentru IoT. Cerințe și constrângeri pentru sistemele de operare IoT. Tiny OS, Contiki OS, RIOT OS, NuttX OS.	3
8	Protocolul MQTT. Modelul publish-subscribe. Nivele de QoS. Implementarea unei aplicații IoT folosind MQTT.	3
9	Protocolul CoAP. Modelul Web și REST. Particularitățile și modul de funcționare ale protocolului. Tipurile de mesaje. Comparatie între CoAP și MQTT. Implementarea unei aplicații IoT folosind CoAP.	3
10	Securitatea în rețelele IoT. Principalele tipuri de atacuri. Mecanisme de asigurare a securității. Protocoale securizate.	3
	Total:	28



Bibliografie:

1. Razvan Craciunescu, curs Internet of Things, support electronic de curs
2. Al-Masri, Eyhab, et al. "Investigating messaging protocols for the Internet of Things (IoT)." IEEE Access 8 (2020): 94880-94911.
3. Tsiknas, Konstantinos, et al. "Cyber Threats to Industrial IoT: A Survey on Attacks and Countermeasures." IoT 2.1 (2021): 163-188.
4. Stoyanova, Maria, et al. "A survey on the internet of things (IoT) forensics: challenges, approaches, and open issues." IEEE Communications Surveys & Tutorials 22.2 (2020): 1191-1221.
5. Tournier, Jonathan, et al. "A survey of IoT protocols and their security issues through the lens of a generic IoT stack." Internet of Things (2020): 100264.
6. Sobin, C. C. "A survey on architecture, protocols and challenges in IoT." Wireless Personal Communications 112.3 (2020): 1383-1429.
7. Kassab, Wafa'A., and Khalid A. Darabkh. "A-Z survey of Internet of Things: Architectures, protocols, applications, recent advances, future directions and recommendations." Journal of Network and Computer Applications 163 (2020): 102663.
8. Buratti, Chiara, et al. "IoT protocols, architectures, and applications." Inclusive Radio Communications for 5G and Beyond. Academic Press, 2021. 187-220.
9. Bansal, Malti. "Performance Comparison of MQTT and CoAP Protocols in Different Simulation Environments." Inventive Communication and Computational Technologies. Springer, Singapore, 2021. 549-560.
10. Bansal, Sharu, and Dilip Kumar. "IoT ecosystem: A survey on devices, gateways, operating systems, middleware and communication." International Journal of Wireless Information Networks (2020): 1-25.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Notiuni introductive despre arhitectura rețelelor wireless de senzori	4
2	Introducere în Flora în OMNeT++ pentru simulări de rețea	4
3	SISTEM IOT CU TRANSMITERE PE DISTANȚĂ MARE (LORA+PLATFORMA DE PRELUCRARE DE DATE)	4
4	LTE CAT-M ȘI NB-IOT. INTRODUCERE TEORETICĂ ȘI APLICAȚII	4
5	DATA ANALYTICS. INTRODUCERE TEORETICĂ ȘI APLICAȚII	4
6	EXPLORAREA TEHNOLOGIILOR DE CLOUD: UTILIZAREA SENZORILOR RASPBERRY PI PENTRU SOLUȚII INOVATOARE	4
7	EXPLORAREA TEHNOLOGIILOR DE CLOUD: SISTEM DE MONITORIZARE A PREZENȚEI CU CAMERA RASPBERRY PI ȘI COMUNICARE MQTT	4
	Total:	28



Bibliografie:

1. Razvan Craciunescu, curs Internet of Things,
2. Al-Masri, Eyhab, et al. "Investigating messaging protocols for the Internet of Things (IoT)." IEEE Access 8 (2020): 94880-94911.
3. Tsiknas, Konstantinos, et al. "Cyber Threats to Industrial IoT: A Survey on Attacks and Countermeasures." IoT 2.1 (2021): 163-188.
4. Stoyanova, Maria, et al. "A survey on the internet of things (IoT) forensics: challenges, approaches, and open issues." IEEE Communications Surveys & Tutorials 22.2 (2020): 1191-1221.
5. Tournier, Jonathan, et al. "A survey of IoT protocols and their security issues through the lens of a generic IoT stack." Internet of Things (2020): 100264.
6. Sobin, C. C. "A survey on architecture, protocols and challenges in IoT." Wireless Personal Communications 112.3 (2020): 1383-1429.
7. Kassab, Wafa'A., and Khalid A. Darabkh. "A-Z survey of Internet of Things: Architectures, protocols, applications, recent advances, future directions and recommendations." Journal of Network and Computer Applications 163 (2020): 102663.
8. Buratti, Chiara, et al. "IoT protocols, architectures, and applications." Inclusive Radio Communications for 5G and Beyond. Academic Press, 2021. 187-220.
9. Bansal, Malti. "Performance Comparison of MQTT and CoAP Protocols in Different Simulation Environments." Inventive Communication and Computational Technologies. Springer, Singapore, 2021. 549-560.
10. Bansal, Sharu, and Dilip Kumar. "IoT ecosystem: A survey on devices, gateways, operating systems, middleware and communication." International Journal of Wireless Information Networks (2020): 1-25.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Examen final	Evaluare scrisă prin examen final	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Activitatea de laborator	Evaluare scrisa pe baza telemelor de laborator	50%
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none">• Obținerea a 50% din punctajul total.• Realizarea obligațiilor caracteristice activității de laborator(participarea la lucrările planificate)			

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)

Asociațiile profesionale subliniază importanța unei înțelegeri aprofundate a noilor tehnologii și a impactului lor asupra societății, promovând standarde înalte în educație și practică profesională. Cursul se aliniază la aceste așteptări prin integrarea celor mai recente cercetări și inovații din domeniu, precum și prin adoptarea unei abordări practice, care permite studenților să aplice teoria în proiecte concrete și studii de caz relevante pentru industrie.






Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

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



Prin alinierea cu așteptările industriei, standardele profesionale și practicile educaționale de vârf, cursul de "Wireless Sensors Networks and IoT" se poziționează ca un element crucial în formarea viitorilor specialiști în comunicații mobile și IoT, pregătindu-i pe studenți nu doar pentru provocările actuale, dar și pentru inovațiile viitoare în domeniu.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Conf. Dr. Razvan Craciunescu 	Conf. Dr. Razvan Craciunescu 
Data avizării în departament	Director de departament	
31.10.2024	Prof. Dr. Claudiu DAN 	
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan	
01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea 