



### 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	Licență
1.6 Specializarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Sisteme de comunicații Communication systems						
2.2 Titularul activităților de curs	Sl. Dr. Răzvan-Florentin Trifan						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	As. drd. Maria Sîrbu-Drăgan						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	II	2.6 Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Op
2.8 Tipul disciplinei	D	2.9 Codul disciplinei	04.D.06.A.415	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					8
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					0
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	8.00				
3.8 Total ore pe semestru	50				
3.9 Numărul de credite	2				

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: Semnale și sisteme 1, Semnale și sisteme 2
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de semnale și sisteme, modulație, analiza semnalelor discrete.

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

5.1 Curs	Sală cu videoproiector și tablă
----------	---------------------------------



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laborator, o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare, generatoare de semnal, osciloscop etc. Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de licență în UPB).
-----------------------------------	--

**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.)*

Această disciplină se studiază în cadrul specializării Microelectronica, Optoelectronica și Nanotehnologii și își propune să familiarizeze studenții cu principalele aspecte legate de tehnicile întâlnite în sistemele de comunicații analogice și digitale. Sunt prezentate pe scurt un număr de tehnologii și sisteme de transmisiune, precum GSM, GPRS, UMTS, LTE, sisteme 5G și aplicații pentru servicii de telecomunicații.

Următoarele aspecte sunt în mare parte luate în considerare: aspecte privind comunicațiile analogice și digitale; principalele tehnici de modulare analogică; pașii efectuați pentru a converti un semnal analogic într-unul digital, reprezentat pe un număr finit de biți; tehnici în banda de bază utilizate pentru transmiterea datelor digitale.

Vor fi studiate și diferite tipuri de tehnologii de acces multiplu, cum ar fi accesul multiplu ortogonal și accesul multiplu neortogonal. Vor fi analizate diferite tipuri de medii de transmisie: ghidat/cablat; neghidat/realizat prin folosirea undelor electromagnetice (tipuri de antene, modele de propagare, fading etc.). De asemenea, rețelele și serviciile de comunicații vor fi tratate: componente și funcții de rețea; servicii fundamentale; trafic de comunicații; LAN, MAN, WAN și Internet; Model de referință OSI și arhitectura TCP/IP.

Disciplina abordează concepte care contribuie la formarea la studenți a unei viziuni de ansamblu asupra funcționării unui sistem de comunicații.

**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>	Crearea abilităților de a aplica cunoștințe generale în înțelegerea sistemelor moderne de transmisiune. Sunt avute în vedere îndeosebi familiarizarea cu: - tehnicile de modulație analogică și digitală folosite în telecomunicații; - tipuri de semnale folosite în telecomunicații; - sisteme de comunicații folosite în telecomunicații.
<b>Transversale (generale)</b>	CT1 Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificare exactă a obiectivelor de realizat, a resurselor disponibile, condițiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru și termenelor de realizare aferente.

**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>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.</p> <p>Enumeră cele mai importante elemente din structura unui sistem de comunicație.</p> <p>Definește principalele tipuri de modulații specifice domeniului de comunicații.</p> <p>Describe blocurile ce caracterizează diferitele rețele de comunicație mobilă</p>
<b>Aptitudini</b>	<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> <p>Analizează și compară avantajele și dezavantajele diferitelor medii de transmisiune.</p> <p>Verifică experimental parametrii schemelor de modulație prezentate.</p> <p>Identifică neajunsurile rețelelor de comunicație de generație anterioară și argumentează rezolvarea lor în rețelele de ultima generație.</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <p>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</p> <p>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</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.)

Predarea se bazează pe folosirea videoproiectorului (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă); metodele de comunicare orală utilizate sunt metoda expositivă și metoda problematizării, utilizate frontal. Materialele de curs sunt: notele și prezentările de curs, culegeri de probleme propuse (teoretice și cu rezolvare pe calculator sau la tablă). Toate materialele sunt disponibile în format electronic, prin situl cursului (Moodle)

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în sisteme de comunicații. Rolul și structura unui sistem de comunicații. Evoluția și perspectivele sistemelor de comunicații.	2
2	Transmisia semnalelor analogice. Tehnici folosite pentru transmiterea analogică: modulația cu purtător sinusoidal (modulația liniară, modulația exponențială).	4
3	Transmisia semnalelor digitale. Tehnici folosite pentru transmiterea numerică a semnalelor: conversia analog-numerică, tehnici specifice de modulație digitală (BPSK, QPSK, MPSK, BFSK, MFSK, BASK, MQAM). Avantajele transmiterii numerice a semnalelor.	4



4	Medii de transmisiune. Perechi torsadate (prezentare, caracteristici tehnice, aplicații, avantaje, dezavantaje). Cablu coaxial (prezentare, caracteristici tehnice, aplicații, avantaje, dezavantaje). Fibre optice (prezentare, caracteristici tehnice, aplicații, avantaje, dezavantaje). Propagarea undelor electromagnetice (undele radio, antene, propagare, bugetul transmisiunii).	4
5	Tehnici de acces multiplu. Tehnici de acces multiplu cu alocare fixă, tehnici de acces bazate pe acces aleatoriu, tehnici de acces cu acces controlat și tehnici de acces hibride. Tehnica de acces cu diviziune în frecvență ortogonală și tehnologii de acces non-ortogonal în domeniul putere, tehnologii de acces non-ortogonal în domeniul cod și tehnologii de acces non-ortogonal cu multiplexare între diferite domenii.	8
6	Rețele WiFi și WiMAX. Evoluție. Arhitectură. Caracteristici.	2
7	Rețele de comunicații.	2
8	Comunicații de tipul Mașină – Mașină (M2M) / Internet of Things (IoT)	2
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

1. Razvan Trifan, Sisteme de comunicații, <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14228>
2. Florea Carmen, Tehnici de acces și transport în comunicații mobile, Editura Politehnică Press, ISBN 978-606-9608-07-4, București 2022 (online [http://cr.uk.to/edi\\_final.pdf](http://cr.uk.to/edi_final.pdf))
3. S. Halunga. "Sisteme de comunicație cu acces multiplu" –Editura PRINTECH, București, 2005, (286 pag.), ISBN 973-718-218-9
4. O. Fratu si S. Halunga, "UMTS – o nouă generație în comunicațiile mobile digitale (Aspecte generale. Interfața radio)", Editura Electronica 2000, București, 2003
5. E. Dahlman, S. Parkvall, si J. Sköld, „4G, LTE-Advanced Pro and The Road to 5G”, Editura Elsevier, Academic Press, 2016, ISBN 978-0-12-804575-6
6. J. Campos, „Understanding the 5G NR Physical Layer”, Keysight Technologies, 2017
7. H Holma, A. Toskala, si T. Nakamura, „5G Technology, 3GPP New Radio”, Editura Wiley, 2020, ISBN 9781119236313
8. A. Brand si H. Aghvami, Multiple Access Protocols For Mobile Communications. Wiley, 2002. doi: 10.1002/0470846224.
9. Y. S. Cho, J. Kim, W. Y. Yang, si C. G. Kang, MIMO-OFDM wireless communications with MATLAB. Wiley-IEEE Press, 2010.
10. M. Y. Rhee, Mobile Communication Systems and Security. Wiley-IEEE Press, 2010.
11. A. Benjebbour, K. Saito, A. Li, Y. Kishiyama, si T. Nakamura, “Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA): Concept and Design,” in Signal Processing for 5G, Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2016, pp. 143–168. doi: 10.1002/9781119116493.ch7

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Simularea și analiza sistemelor de comunicație analogice de tip ML	2
2	Simularea și analiza sistemelor de comunicație analogice de tip MF	2
3	Eșantionare, compresie, cuantizare, codare numerică. PCM, APCM, ΔM	2
4	Coduri de linie: NRZ, RZ, Manchester	2
5	Simularea și analiza sistemelor de comunicație digitale BPSK, BFSK, M-QAM	2
6	Simularea și analiza parametrilor unei rețele de comunicație de tip wireless LAN	2



7	Colocviu	2
		<b>Total:</b> 14

**Bibliografie:**

1. Razvan Trifan, Sisteme de comunicații, <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14228>
2. S. Halunga, O. Fratu “Simularea sistemelor de transmisiune analogice și digitale folosind mediul Matlab/Simulink ”(Simulation of analog and digital communication systems using Matlab)- Editura Matrix Rom, București, 2004
3. I. Constantin, S. Halunga, I. Marcu, „Transmisiuni analogice și digitale – culegere de probleme”, editura Electronica 2000, 2010

**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	Test susținut la data fixată la începutul semestrului.	20
	analiza diferențială a tehnicilor și sistemelor de comunicații	Examen susținut în pre-sesiune	40
11.5 Seminar/laborator/proiect	aprecierea în verificarea de către student prin simulare și prin măsurare direct pe circuit a problemelor propuse și analizate în cadrul fiecărei lucrări de laborator	evaluare în timpul fiecărei lucrări de laborator. Test practic final.	40
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității la laborator, conform regulamentului UPB.			

**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)**

Sistemele și rețelele de comunicații mobile au devenit o piață matură cu ritm de creștere foarte ridicat. Producătorii de echipamente specifice și operatorii au o cerere importantă de ingineri calificați, cu specializări legate de sistemele și rețelele de comunicații, cu un fundament solid în electronică și telecomunicații astfel încât să se poată menține ritmul de dezvoltare de noi produse hardware și aplicații software.

Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii (MON).


Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, cursul fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.



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



Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Sl. Dr. Răzvan-Florentin Trifan	As. drd. Maria Sîrbu-Drăgan

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 