



### 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                     | Managementul Serviciilor și Rețelelor                                  |

#### 2. Date despre disciplină

|  |    |                                  |  |                        |      |                         |    |
|--|----|----------------------------------|--|------------------------|------|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)                     |    | Tehnologii de acces și transport |  |                        |      |                         |    |
| 2.1 Denumirea disciplinei (en)                     |    |                                  |  |                        |      |                         |    |
| 2.2 Titularul activităților de curs                |    |                                  | Prof. Dr. Roxana Zoican, S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun |                        |      |                         |    |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator |    |                                  | Prof. Dr. Roxana Zoican, S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun |                        |      |                         |    |
| 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.11-33  | 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                        |       |                    |      |                       |     |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate |       |                    |      |                       | 54  |
| Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri    |       |                    |      |                       |     |
| Tutorat  |       |                    |      |                       | 0   |
| Examinări  |       |                    |      |                       | 4   |
| Alte activități (dacă există):   |       |                    |      |                       | 0   |
| 3.7 Total ore studiu individual  | 58.00 |                    |      |                       |     |
| 3.8 Total ore pe semestru  | 100   |                    |      |                       |     |
| 3.9 Numărul de credite   | 4     |                    |      |                       |     |

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

|                   |   |
|-------------------|---|
| 4.1 de curriculum | Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline:<br>Comunicații de date<br>Comunicații Wireless Avansate<br>Rețele de comunicații<br>Teoria și Transmisiunea Informație |
|-------------------|---|



|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe generale legate de prelucrarea digitală a semnalelor, comunicații de date, tehnici de modulație și codare a semnalelor utilizate în telecomunicații. |
|--------------------------------|---|

**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 și computer. Materialele pentru curs includ: cărți pentru bibliografie, notițe de curs și prezentări de curs, documente de probleme propuse și rezolvate precum și alte materiale. Notitele de curs vor fi disponibile în Moodle.  |
| 5.2 Seminar/<br>Laborator/Proiect | Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă PC-uri pe care să fie instalat mediul Python și Network Simulator 3. Ședințele de laborator sunt dedicate analizei teoretice și experimentale a diverselor tehnici de acces și multiplexare a datelor. Îndrumarul de laborator și fișierele pentru simulare sunt disponibile pe platforma Moodle. Prezența la laboratoare este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare în UNSTPB). |

**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 este dedicată asimilării cunoștințelor teoretice referitoare la tehnicile de acces multiplu cu control centralizat sau distribuit (FDMA/TDMA/CDMA/OFDMA/ SC-FDMA/IDMA/SCMA/ RPMA), și la tehnicile de multiplexare (TDM, FDM, DWDM) dezvoltate pentru rețelele de telecomunicații fixe și mobile. Sunt discutate criteriile de performanță cu privire la eficiența de utilizare a resurselor (putere, bandă de frecvență, etc.), dar și cele referitoare la asigurarea calității serviciilor (delay, jitter, probabilitate de blocare, etc.). Sunt analizate apoi tehnologiile de acces fix (xDSL, DOCSIS, xPON) și acces mobil atât cele de generație 1G-4G, cât și cele cu control distribuit (variante ale Aloha, CSMA/CD, CSMA/CA), pentru evaluarea performanțelor în diferite scenarii tipice. Sunt prezentate de asemenea principalele tehnologii de difuziune digitală (DAB, DVB-T, DVB-H) și principalele tehnologii de transport pentru rețelele actuale (SDH, ATM, MPLS).

**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>               | <p>Demonstrează că deține cunoștințe de bază/avansate în domeniul rețelelor de acces și de transport de date</p> <p>Corelează cunoștințele specifice domeniului accesului multiplu și al multiplexării cu cele ale celorlalte discipline aparținând zonei de inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale.</p> <p>Identifică și aplică în practică cunoștințele specifice domeniului rețelelor de acces multiplu și de transport.</p> <p>Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții.</p> <p>Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p>Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p>Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.</p> |
| <b>Transversale (generale)</b> | <p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</p> <p>Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii /identifica soluții.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</p>   |

**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 cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.<br/>Definește noțiuni specifice domeniului.<br/>Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri.<br/>Evidențiază consecințe și relații.</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.<br/>Lucrează productiv în echipă.<br/>Elaborează un text științific.<br/>Verifică experimental soluții identificate.<br/>Rezolvă aplicații practice.<br/>Interpretează adecvat relații de cauzalitate.<br/>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.<br/>Formulează concluzii la experimentele realizate.<br/>Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</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>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.<br/>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.<br/>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.<br/>Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.<br/>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat.<br/>Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică.<br/>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.<br/>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).<br/>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.<br/>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.<br/>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului, colaborare vs. conflict).</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.)



Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și a nevoilor 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, cu prezentări Power Point sau diferite videoclipuri care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accentul asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

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 lor 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         | Scurt istoric. Tehnologii de acces la Internet. Tehnologiile de acces fără fir: scurtă descriere. Rețele de acces fixe. Exemple. Evoluția RAT spre și dincolo de 4G. | 2       |
| 2         | Caracterizarea canalului de comunicație, capacitatea canalului, tehnici de modulație digitală: BPSK, QPSK, QAM, OFDM.  | 4       |
| 3         | Tehnici de acces multiplu pentru sisteme tradiționale. Caracteristici, parametri și capacitatea sistemelor: FDMA, TDMA, CDMA, IDMA.                                  | 2       |
| 4         | Tehnici de acces multiplu pentru sisteme cu transmisie de date în pachete (Packet Radio- PR): ALOHA, CSMA, SDMA  | 2       |
| 5         | Tehnici de multiplexare în timp, frecvență, lungime de undă. Tehnologii de transport PCM, SDH, WDM, ATM, MPLS/IP, GMPLS.   | 2       |
| 6         | Tehnologii de acces fix: cu perechi torsadate, xDSL, cu fibră optică, xPON, cu cablu coaxial, DOCSIS.  | 2       |
| 7         | Rețele radio de acces locale (WLAN): aplicații, standarde, parametri definitorii, exemple, comparații, aspecte privind securitatea rețelelor WLAN.                   | 4       |
| 8         | Rețele radio de acces metropolitan WMAN: aspecte generale; particularități. Tehnologia WiMAX: standarde, arhitectura; aplicații.                                     | 2       |
| 9         | Rețele radio personale WPAN: aspecte generale; exemple: Bluetooth, ZigBee. Alte tehnologii pentru rețele wireless de senzori (USB wireless, Wibree, Z-Wave).         | 2       |
| 10        | Rețele radio de acces de arie mare: UMTS, LTE.   | 2       |
| 11        | Rețele de difuzare: aspecte generale, particularități. Tehnologia DAB. Tehnologia DVB (aplicații, standarde, particularități).                                       | 2       |



|  |               |    |
|--|---------------|----|
|  | <b>Total:</b> | 24 |
|--|---------------|----|

**Bibliografie:**

- [1] Note de curs - format digital, Moodle
- [2] R. Prasad, L. Munoz, "WLANs and WPANs towards 4G wireless", Artech House, Boston, USA, 2003, ISBN 1-58053-090-7
- [3] S. Halunga, O. Fratu „Data transmissions and multiple access techniques” (2009) Editura Electronica 2000, București, 290 pag., ISBN 978-973-7860-17-0
- [4] T.S. Rappaport, Wireless Communications: Principles and Practice (2nd Ed), Prentice Hall, 2002
- [5] H. LABIOD, WiFi, Bluetooth, ZigBee and WiMax , Springer, 2007
- [6] Luc De Ghein. MPLS Fundamentals. Cisco Press, 2006.
- [7] M.Gast, 802.11 Wireless Networks, O'Reilly, 2005.

**LABORATOR**

| Nr. crt. | Conținutul   | Nr. ore |
|----------|--|---------|
| 1        | Capacitatea canalului  | 2       |
| 2        | Simularea tehnicilor de acces multiplu cu control centralizat si distribuit                                  | 4       |
| 3        | Studiul performantelor rețelelor Wi-Fi   | 2       |
| 4        | Studiul performantelor rețelelor LTE in functie de numarul utilizatorilor, modelul canalului de comunicatie. | 2       |
| 5        | Studiul procedurii de handover intr-o retea LTE  | 2       |
| 6        | Analiza si dimensionarea rețelelor de transport optic DWDM   | 2       |
| 7        | Studiul tehnologiilor DVB-T, DVB-H   | 2       |
|          | <b>Total:</b>  | 14      |

**Bibliografie:**

- [1] Indrumar de lborator - format digital, Moodle
- [2] Tutoriale pentru NS3 în format digital: [www.nsnam.org/documentation](http://www.nsnam.org/documentation)
- [3] T.S. Rappaport, Wireless Communications: Principles and Practice (2nd Ed), Prentice Hall, 2002
- [4] H. LABIOD, WiFi, Bluetooth, ZigBee and WiMax , Springer, 2007

**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 de verificare la jumătatea semestrului | 20% |
|                                     | - descrierea și analiza teoretică a tehnicilor și sistemelor avansate de transmisiuni de date;<br>- analiza diferențiată a performanțelor tehnicilor și metodelor teoretice;  | Test verificare finală                      | 40% |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect      | scrierea programelor în Python, C++ (NS3) pentru simularea scenariilor descrise și analizarea rezultatelor  | Fișe de lucru                               | 20% |
|                                     | - capacitatea aplicării teoriei la rezolvarea unor probleme legate de tehnologiile de acces, într-un context practic specific.<br>- scrierea unui program original în Python, C++ (NS3) pentru simularea unui aspect specific dintr-o tehnologie indicată și analizarea și interpretarea rezultatelor | Raport final de laborator                   | 20% |
| 11.6 Condiții de promovare          |   |   |     |
| Obținerea a 50% din punctajul total |   |   |     |

## 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)

În rețelele actuale de comunicații de date se utilizează tehnologii specifice de acces multiplu și de transport, care combină

metode avansate de prelucrare a semnalului cu tehnici de acces multiplu și multiplexare pentru a optimiza eficiența de utilizare a canalului de telecomunicații

Prin activități specifice de învățare, studenții își dezvoltă abilități de a rezolva diverse probleme ingineresti și de a propune soluții de îmbunătățire a

performanțelor rețelelor de comunicații avansate de acces sau de transport.

Cursul are un conținut similar cu alte cursuri din cadrul unor programe de master similare organizate la Universitatea din Oulu, Finlanda, dar și alte universități din spațiul european.

Programa cursului răspunde cerințelor actuale de organizare și dezvoltare, subscrise evoluției europene și mondiale în domeniul tehnologiei informației și comunicațiilor (ICT). Prin activitățile de laborator, proiect și curs se dezvoltă abilități de management ingineresc, considerând situații teoretice și practice cu care studenții se pot confrunța în viața reală, pentru a-și spori contribuția la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației



09.09.2022

Prof. Dr. Roxana Zoican, S.I./Lect. Dr.  
Adrian Florin Paun

Prof. Dr. Roxana Zoican

S.I./Lect. Dr. Adrian Florin  
Paun

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul  
Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea