



## 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 Ciclu de studii                   | Licență                                                                |
| 1.6 Specializarea                     | Rețele și Software de Telecomunicații                                  |

### 2. Date despre disciplină

|                                                    |                           |                       |               |                       |      |                         |    |
|----------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)<br>(en)             | Tehnici de acces multiplu |                       |               |                       |      |                         |    |
| 2.2 Titularul activităților de curs                | Prof. Dr. Ioana Marcu     |                       |               |                       |      |                         |    |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator | Prof. Dr. Ioana Marcu     |                       |               |                       |      |                         |    |
| 2.4 Anul de studiu                                 | 4                         | 2.5 Semestrul         | II            | 2.6 Tipul de evaluare | V    | 2.7 Regimul disciplinei | Op |
| 2.8 Tipul disciplinei                              | S                         | 2.9 Codul disciplinei | 04.S.08.A.223 | 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<br>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate<br>Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri |       |                    |      |                       | 54  |
| 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 promovarea următoarelor discipline:<br>Comunicații analogice și digitale<br>Comunicații de date<br>Rețele de comunicații<br>Teoria și Transmisiunea Informației |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                |                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe generale legate de sistemele de comunicații, modulații utilizate în sistemele de comunicații actuale și aspecte legate de codarea/decodarea semnalelor în cadrul sistemelor de comunicații |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.1 Curs                          | Cursul se desfășoară într-o sală cu videoproiector ce facilitează transmiterea informațiilor de pe laptop. De asemenea, sala trebuie să fie dotată cu tablă întrucât anumite demonstrații și exemple numerice se rezolvă cu creta. Cursul are un caracter interactiv, urmărind punerea de întrebări în sală și obținerea de răspunsuri de la studenți, care să-i ajute la înțelegerea conceptelor predate. |
| 5.2 Seminar/<br>Laborator/Proiect | Laboratorul se desfășoară într-o sală dotată cu calculatoare ce facilitează utilizarea mediului de simulare Matlab. Acestea au și conexiune la Internet întrucât fișele de lucru se descarcă pentru completare și, respectiv se încarcă cu rezolvările, pe grupul de Moodle al materiei.                                                                                                                   |

**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.)*

În cadrul cursului se urmărește definirea și detalierea sistemelor de comunicații 2G, 3G, 3G+ (IS-95/CDMA2000/GSM/UMTS) din punctul de vedere al tehnicilor de acces multiplu utilizate (FDMA/TDMA/CDMA/OFDMA/IDMA/SCMA); identificarea celor mai performante coduri utilizate în codarea/decodarea semnalelor în sistemele de comunicații mobile (bloc/convoluționale/turbo) și a secvențelor de împrăștiere utilizate în sisteme de tip CDMA (Hadamard, Nakagami, etc). În plus, în strânsă corelație cu noțiunile predate la cursul “Comunicații Mobile” de la aceeași specializare, în cadrul cursului Tehnici de Acces Multiplu sunt detaliate tehnicile de acces multiplu utilizate în sistemele de generația a 4-a (LTE): OFDMA și SC-FDMA. Pe scurt sunt prezentate, de asemenea, și intențiile din domeniu în ceea ce privește tehnicile de acces multiplu utilizate în sistemele 5G.

**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>               | Definirea și detalierea sistemelor de comunicații de generația a 2-a, a 3-a și a 4-a;<br>Cunoașterea celor mai importante tehnici de acces multiplu utilizate în sistemele de comunicații actuale;<br>Identificarea celor mai performante coduri utilizate în codarea/decodarea semnalelor în sistemele de comunicații mobile și a secvențelor de împrăștiere utilizate în sisteme de tip CDMA |
| <b>Transversale (generale)</b> | Lucrul în echipă și comunicarea eficientă cu colegul de echipă pentru îndeplinirea sarcinilor aferente laboratorului<br>Capacitate de analiză, sinteză și analogie cu noțiunile predate la curs<br>Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii pentru a asigura reputația profesiei                                                                                          |

**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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea corectă a tehnicilor de acces multiplu</li> <li>• Realizarea de comparații valide între diferite tehnici de acces multiplu</li> <li>• Asociere corectă în condiții reale a tehnicii de acces multiplu care ar putea fi utilizată</li> <li>• Recunoaștere parametrilor comuni de performanță pentru fiecare tehnică de acces multiplu</li> </ul>                                                                 |
| <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezolvarea aplicațiilor practice</li> <li>• Argumentare soluții identificate</li> <li>• Interpretare corectă a parametrilor necesari pentru aplicarea unei tehnici de acces multiplu</li> <li>• Formularea de concluzii legate de utilitatea și performanța tehnicilor de acces multiplu</li> </ul> |
| <b>Responsabilitate și autonomie</b> | <p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selectarea sursele bibliografice adecvate și analiza lor.</li> <li>• Respectarea principiilor etice academice, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li> <li>• Demonstrare receptivitate la noi contexte de învățare.</li> <li>• Demonstrare colaborare cu alți colegi și cu personalul didactic în desfășurarea activităților didactice.</li> </ul>                                                                                                                                                                             |

**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 rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pentru a facilita înțelegerea și asimilarea noilor concepte din curs, vor fi susținute cursuri interactive constând atât din prezentări PowerPoint ale conceptelor predate, dar și exemple numerice și aplicabilitatea acestora în viața reală. Predarea se face treptat, pornind de la noțiunile de bază din domeniul comunicațiilor mobile până la expunerea unor noțiuni noi, mai complexe, din domeniul tehnicilor de acces multiplu utilizate în sistemele 1G-5G. Cursul este interactiv și există întotdeauna un dialog cu studenții pentru a încuraja gândirea liberă și exprimarea liberă a opiniilor/cunoștințelor lor.

În laborator, se va exersa capacitatea de a lucra în echipă pentru a rezolva diferite sarcini de învățare și înțelegere a tehnicilor de acces multiplu simulate în Matlab.

## 10. Conținuturi

| CURS      |            |         |
|-----------|------------|---------|
| Capitolul | Conținutul | Nr. ore |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1             | Tehnici de acces multiplu: modalități de realizare a transmisiunilor duplex (FDD/TDD); modalități clasice de realizare a accesului multiplu în comunicațiile mobile (FDMA/TDMA/CDMA) în sistemele de bandă îngustă/largă; detalierea altor tehnici de acces multiplu mai puțin răspândite: SDMA, IDMA. Descrierea sistemelor de acces multiplu de tip Packet Radio cu variantele ALOHA sincronizat și nesincronizat | 6  |
| 2             | Sisteme de comunicații cu spectru împrăștiat: caracteristici și parametri; clasificare: de tip secvență directă BPSK/QPSK, de tip salt de frecvență; cu salt în timp (UWB)                                                                                                                                                                                                                                          | 4  |
| 3             | Sisteme de referință de tip CDMA: IS-95 (legătura descendentă/legătura ascendentă); sisteme de generația a 3-a: CDMA2000 (generalități+ legătura descendentă/legătura ascendentă) / UMTS (structura canalelor, comparație cu CDMA2000)                                                                                                                                                                              | 4  |
| 4             | Utilizarea codurilor Walsh în sisteme de comunicații de generația a 2-a și a 3-a: proprietăți, modalități de generare, funcțiile Walsh folosite în IS-95 și în CDMA2000                                                                                                                                                                                                                                             | 4  |
| 5             | Secvențe pseudoaleatoare folosite pentru amestecarea/împrăștierea datelor: reprezentarea ca elemente ale câmpurilor Galois extinse/ implementarea generatoarelor de secvență pseudoaleatoare (modalități de implementare; dependența de condițiile inițiale; utilizarea măștilor). Secvențe maximale/Coduri Gold                                                                                                    | 2  |
| 6             | Coduri bloc: matricea generatoare a codului/ coduri sistematice/ matricea de verificare a parității/ codul dual; conceptul de sindrom și detecția erorilor; decodarea pe baza sindromului și a tabelului standard                                                                                                                                                                                                   | 2  |
| 7             | Coduri convoluționale: metode de generare; descrierea codorului prin diagrama de tranziție a stărilor/ prin diagrama trellis/ prin diagrame de tip arbore. Funcțiile de transfer asociate codurilor convoluționale. Decodarea folosind algoritmul Viterbi                                                                                                                                                           | 2  |
| 8             | Sisteme de referință de generația a 4-a LTE: tehnicile de acces multiplu OFDMA și SC-FDMA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2  |
| 9             | Discuții despre sistemele de generația a 5-a NR (New Radio)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2  |
| <b>Total:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 28 |

**Bibliografie:**

| LABORATOR     |                                                                      |         |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|---------|
| Nr. crt.      | Conținutul                                                           | Nr. ore |
| 1             | Tehnici de acces multiplu: generare, utilizare, setarea parametrilor | 4       |
| 2             | Generarea secvențelor de împrăștiere                                 | 4       |
| 3             | Utilizarea secvențelor de împrăștiere în sisteme de comunicații      | 4       |
| 4             | Colocviu final                                                       | 2       |
| <b>Total:</b> |                                                                      | 14      |

**Bibliografie:**

- Marcu Ioana, curs Tehnici de acces multiplu, suport de curs electronic <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9674>
- S. Halunga, O. Fratu, D Vizireanu "Sisteme de comunicație cu acces multiplu cu diviziune în cod (CDMA) – Noțiuni fundamentale. Tehnici de codare"- ETF, București, ISBN 973-95319-1-1, 2000
- S. Halunga, O. Fratu, "Sisteme cu spectru împrăștiat de tip secvență directă: tehnici de sincronizare" – Editura Academiei tehnice Militare, București, ISBN 973-9456-96-0, 2001
- S. Halunga, O. Fratu „Data transmissions and multiple access techniques” (2009) Editura Electronica 2000, București, 290 pag., ISBN 978-973-7860-17-0



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



### 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<br>Test verificare finală | 25%                          |
|                                      | Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice                                                                                            | Test de verificare la jumătatea semestrului<br>Test verificare finală | 30%                          |
|                                      | Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice                                                                                                   | Test de verificare la jumătatea semestrului<br>Test verificare finală | 15%                          |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect       | Cunoașterea principalelor tehnici de acces multiplu, interconectarea blocurilor și reglarea parametrilor a.î. recepția să se facă cu rată de eroare minimă | Fișă de lucru                                                         | 10%                          |
|                                      | Conceperea în linii de cod Matlab a secvențelor de împrăștiere și codurilor folosite pentru codare în sistemele de comunicații                             | Fișă de lucru                                                         | 10%                          |
|                                      | Utilizarea diverselor secvențe de împrăștiere în diferite scenarii care implică sisteme de comunicații.                                                    | Fișă de lucru                                                         | 10%                          |
| 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 (SEİS)

Tehnicile de acces multiplu ocupă un rol determinant în funcționarea corectă și eficientă a unei rețele de comunicații mobilă sau terestră. Criteriile de performanță sunt legate de mobilitatea rețelelor, de debitul informațional, precum și de transmisia/recepția corectă a datelor în rețea.

În contextul programelor de licență TST și RST cursul reprezintă o completare a cunoștințelor acumulate în prealabil în cadrul materiilor TTI, CAD și RC.

Parcursul cursului asigură studenților competențe adecvate în setarea eficientă a parametrilor unor rețele de comunicații din punctul de vedere al transmisiei/recepției datelor (accentul fiind plasat pe tehnicile de acces multiplu) ceea ce facilitează angajarea în domeniul comunicațiilor la firme de prestigiu din domeniu.



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



Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

26.02.2025

Prof. Dr. Ioana Marcu

Prof. Dr. Ioana Marcu

*Ioana Marcu*

*Ioana Marcu*

Data avizării în departament

Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan