

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                                                 |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>1.1</b> Instituția de învățământ superior                    | Universitatea Politehnica Timișoara                                   |
| <b>1.2</b> Facultatea <sup>1</sup> / Departamentul <sup>2</sup> | Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale/Comunicații |
| <b>1.3</b> Domeniul de studii (denumire/cod <sup>3</sup> )      | Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale / 20.20.10  |
| <b>1.4</b> Ciclul de studii                                     | Master                                                                |
| <b>1.5</b> Programul de studii (denumire/cod/calificarea)       | Ingineria rețelilor de telecomunicații/ 20.20.10                      |

### 2. Date despre disciplină

|                                                                    |                                                     |                      |   |                              |   |                                             |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|---|------------------------------|---|---------------------------------------------|-----|
| <b>2.1a</b> Denumirea disciplinei/Categoria formativă <sup>4</sup> | Ingineria traficului in rețelele de telecomunicații |                      |   |                              |   |                                             |     |
| <b>2.1b</b> Denumirea disciplinei în limba engleză                 | Traffic Engineering in Telecommunication Networks   |                      |   |                              |   |                                             |     |
| <b>2.2</b> Titularul activităților de curs                         | Sl. Dr. Ing. Gordana Barb                           |                      |   |                              |   |                                             |     |
| <b>2.3</b> Titularul activităților aplicative <sup>5</sup>         | Sl. Dr. Ing. Gordana Barb                           |                      |   |                              |   |                                             |     |
| <b>2.4</b> Anul de studiu <sup>6</sup>                             | 1                                                   | <b>2.5</b> Semestrul | 2 | <b>2.6</b> Tipul de evaluare | E | <b>2.7</b> Regimul disciplinei <sup>7</sup> | DOB |

### 3. Timp total estimat - ore pe semestru (activități directe (asistate integral), activități asistate parțial și activități neasistate<sup>8</sup>)

|                                                                   |                  |                                                                                                    |    |                               |  |                                     |          |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------|
| 3.1 Număr de ore asistate integral/săptămână                      | 4 , din care:    | ore curs                                                                                           | 2  | ore seminar/laborator/proiect |  |                                     | 2        |
| 3.1* Număr total de ore asistate integral/sem.                    | 56 , din care:   | ore curs                                                                                           | 28 | ore seminar/laborator/proiect |  |                                     | 28       |
| 3.2 Număr total de ore desfășurate on-line asistate integral/sem. | , din care:      | ore curs                                                                                           |    | ore seminar/laborator/proiect |  |                                     |          |
| 3.3 Număr de ore asistate parțial/saptămână                       | , din care:      | ore proiect, cercetare                                                                             |    | ore practică                  |  | ore elaborare lucrare de disertație |          |
| 3.3* Număr total de ore asistate parțial/ semestru                | , din care:      | ore proiect cercetare                                                                              |    | ore practică                  |  | ore elaborare lucrare de disertație |          |
| 3.4 Număr de ore activități neasistate/ săptămână                 | 4.93 , din care: | ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |    |                               |  |                                     | 1        |
|                                                                   |                  | ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                          |    |                               |  |                                     | 1        |
|                                                                   |                  | ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri      |    |                               |  |                                     | 2.9<br>3 |
| 3.4* Număr total de ore activități neasistate/ semestru           | 69 , din care:   | ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |    |                               |  |                                     | 14       |
|                                                                   |                  | ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                          |    |                               |  |                                     | 14       |
|                                                                   |                  | ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri      |    |                               |  |                                     | 41       |
| 3.5 Total ore/săptămână <sup>9</sup>                              | 8.93             |                                                                                                    |    |                               |  |                                     |          |
| 3.5* Total ore/semestru                                           | 125              |                                                                                                    |    |                               |  |                                     |          |
| 3.6 Număr de credite                                              | 5                |                                                                                                    |    |                               |  |                                     |          |

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

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4.1</b> de curriculum              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tehnici avansate în rețele de comunicații, Prelucrarea statistică a semnalelor</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>4.2</b> de rezultate ale învățării | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la arhitecturi de rețele de telecomunicații, Rețele de telefonie mobilă, Tehnologii moderne în cadrul rețelilor de telefonie mobilă.</li> <li>Modelarea și simularea traficului, aplicarea metodelor de ingineria traficului la IoT și 5G/6G.</li> <li>Configurarea parametrilor rețelilor uzuale de telecomunicații în cadrul programelor de simulare.</li> </ul> |

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

|                                             |                                                                |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 5.1 de desfășurare a cursului               | • Sală dotată cu videoproiector, internet, resurse multimedia. |
| 5.2 de desfășurare a activităților practice | • Laboratoare în săli cu calculatoare performante              |

## 6. Rezultatele învățării la formarea cărora contribuie disciplina

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cunoștințe                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C1.Studentul/Absolventul cunoaște metode, tehnici și paradigme de cercetare</li> <li>• C8.Studentul/Absolventul cunoaște terminologia și convențiile comunicării tehnice</li> <li>• C10.Studentul/Absolventul înțelege conceptele de trafic, lățime de bandă și QoS</li> <li>• C12.Studentul/Absolventul înțelege principiile scalabilității și alocării resurselor</li> </ul>                                           |
| Abilități                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A3.Studentul/Absolventul utilizează instrumente colaborative și contribuie la proiecte</li> <li>• A10.Studentul/Absolventul evaluează nevoile rețelei și optimizează resursele</li> <li>• A11.Studentul/Absolventul selectează și aplică metode de comunicare potrivite contextului</li> <li>• A12.Studentul/Absolventul configurează și optimizează resursele TIC</li> </ul>                                            |
| Responsabilitate și autonomie | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RA4 Studentul/Absolventul asigură corectitudinea și relevanța concluziilor extrase</li> <li>• RA7 Studentul/Absolventul asigură calitatea și respectarea normelor academice</li> <li>• RA10 Studentul/Absolventul propune soluții pentru eficientizarea traficului și gestionează resursele</li> <li>• RA11 Studentul/Absolventul se responsabilizează pentru transmiterea corectă și eficientă a informației</li> </ul> |

## 7. Obiectivele disciplinei (asociate rezultatelor învățării specifice acumulate)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disciplina își propune să pregătească studentul care urmează programul de master cu tehnicile de modelare a traficului în cadrul diferitelor rețele de telecomunicații și cu noțiuni de ingineria a traficului care stau la baza proiectării acestora pentru a fi admis ca și inginer de dezvoltare și cercetare în companiile de telecomunicații.</li> <li>• De asemenea, aceasta disciplină îi formează studentului abilitatea de a utiliza programe de simulare existente precum și de a-și implementa propriile modele. Totodată îi formează abilitatea de a utiliza simulări și echipamente IoT, integrarea literaturii științifice.</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 8. Conținuturi

| 8.1 Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Număr de ore | Din care on-line | Metode de predare                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introducere: Clasificarea traficului în rețele de telecomunicații: voce, date, multimedia, IoT ; Diferențe între traficul în sisteme cu comutarea circuitelor și traficul în sisteme cu comutarea pachetelor; Modele de trafic la nivelul pachetelor IP (TCP, UDP) vs. fluxuri IoT cu pachete scurte și frecvente | 4            |                  | Cursul se desfășoară cu ajutorul videoproiectorului, internet, resurse multimedia. Integrare de MOOC și resurse OER. Se poartă un dialog cu participanții și se dau teme de curs |
| Modele matematice de trafic: Model Poisson, Erlang, Engset, Binomial, modele cu cozi de așteptare și aplicații în fluxuri IoT dense (smart metering, connected vehicles), modele cu partajare (aplicații la streaming IoT și M2M)                                                                                 | 6            |                  |                                                                                                                                                                                  |
| Rețele și metode de dimensionare: Trafic în rețele mobile: GSM, UMTS, LTE; Dimensionarea resurselor radio pentru servicii de voce și date; Integrarea rețelelor LPWAN: LoRa/LoRaWAN, NB-IoT și caracteristicile                                                                                                   | 6            |                  |                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| traficului general; Impactul IoT asupra dimensionarii resurselor si gestionarii spectrului                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
| Rețele IoT si Aplicatii critice: Tipuri de trafic: periodic (smart metering), sporadic (alertarea senzori), critic (vehicule autonome, e-health); Cerintele de Qos si QoE; Alocare de resurse pentru mMTC, URLLC; Studii de caz: smart grid, e-health (latenta <5ms) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                   |                         |                          |
| Ingineria traficului avansata: Algoritmi de rutare si echilibrare a sarcinii (load balancing, traffic offloading)                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                   |                         |                          |
| Trafic in Internet, 5G, 6G: Rețele heterogene: Core, transport si acces; Edge computing in preluarea traficului IoT; Perspective 6G: Digital twins, vehicule autonome, aplicatii industriale IoT                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                   |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bibliografie <sup>10</sup> 1. Network Traffic Engineering: Stochastic Models and Applications, Baiocchi, A., John Wiley & Sons, 2020.<br>2. Introduction to IoT – Sudip Misra, Anandarup Mukherjee, Arijit Roy, Cambridge University Press, 2021.<br>3. Andras C., Barb G., Danuti F., Popa D., Integrated Digital Networks Guide, Editura Politehnica, 2025. |                     |                         |                          |
| <b>8.2 Activități aplicative<sup>11</sup></b>                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Număr de ore</b> | <b>Din care on-line</b> | <b>Metode de predare</b> |
| P1:Simulari Introductive: Analiza modelelor M/M/1 si M/M/1/K; Compararea teoriei cu rezultate MATLAB; Exercitii – timpii de asteptare in fluxuri IoT                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                   |                         |                          |
| P2:Dimensionarea resurselor radio: Calcul capacitatii in GSM, LTE; Compararea cu LPWAN (LoRa/LoRaWAN) – coverage si throughput; Studiu de caz: retea de senzori urbani                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6                   |                         |                          |
| P3:Rețele Zigbee si 6LoWPAN: Analiza comparativa Zigbee vs. Wi-fi pentru IoT; Configurarea set dispozitive Zigbee; Masuratori de trafic                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6                   |                         |                          |
| P4:Simulari Matlab: Massive IoT in 5G – mMTC; Aplicarea algoritmilor de echilibrare a sarcinii; Evaluare performanta: throughput, latenta                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                   |                         |                          |
| Proiect final: Alegerea unei retele (smart campus, V2X, smart city; Definirea parametrilor de performanta (latenta, eficienta energetica, throughput); Compararea diferitelor tehnologii (LoRa, Zigbee, 5G); Prezentare orala si scrisa                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8                   |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                         |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bibliografie <sup>12</sup> 1. Network Traffic Engineering: Stochastic Models and Applications, Baiocchi, A., John Wiley & Sons, 2020.<br>2. Introduction to IoT – Sudip Misra, Anandarup Mukherjee, Arijit Roy, Cambridge University Press, 2021.<br>3. Andras C., Barb G., Danuti F., Popa D., Integrated Digital Networks Guide, Editura Politehnica, 2025. |                     |                         |                          |

## 9. Evaluare

| Tip activitate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9.1 Criterii de evaluare <sup>13</sup>                                                                                                 | 9.2 Metode de evaluare                                                                                                                                                                                                              | 9.3 Pondere din nota finală |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 9.4 Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acoperirea cu cunoștințe a întregului curs.                                                                                            | Examen scris cuprinzând un număr de 7-8 subiecte ce reprezintă întrebări din teorie și probleme. Fiecare subiect se notează cu o notă cuprinsă între 1 și 10. Nota finală reprezintă media aritmetică a notelor pe fiecare subiect. | 50%                         |
| 9.5 Activități aplicative                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | S:                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | L:                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | P: Abilitatea de elaborare pe baza cunoștințelor teoretice dobândite a modelelor de trafic în cadrul rețelelor considerate             | Nota la activitățile practice se calculează prin media aritmetică a notelor la P1-P4                                                                                                                                                | 25%                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Pr: Abilitatea de alegere a unui sistem, abordarea din punct de vedere a traficului, alegerea și simularea parametrilor de performanță | Nota este dată de nota la Proiect final                                                                                                                                                                                             | 25%                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tc-R <sup>14</sup> :                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| 9.6 Standard minim de performanță (volumul de cunoștințe minim necesar pentru promovarea disciplinei și modul în care se verifică stăpânirea lui) <sup>15</sup>                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Studentul trebuie să cunoască principiile de bază și modelele matematice utilizate în analiza și dimensionarea traficului în rețelele de telecomunicații moderne; particularitățile traficului în rețele mobile; cerințele de QoS/QoE și metodele de alocare a resurselor pentru aplicații mMTC și URLLC.</li> </ul> |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                     |                             |

**Data completării**

26.09.2025

**Titular de curs  
(semnătura)**

S.I. dr. ing. Gordana Barb

**Titular activități aplicative  
(semnătura)**

S.I. dr. ing. Gordana Barb

**Director de departament  
(semnătura)**

Conf. dr. ing. Horia Baltă

**Data avizării în Consiliul Facultății<sup>16</sup>**

07.10.2025

**Decan  
(semnătura)**

Prof. dr. ing. Cătălin Căleanu