

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|     |                                   |   |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1.1 | Instituția de învățământ superior | Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca   |
| 1.2 | Facultatea                        | Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației  |
| 1.3 | Departamentul                     | Comunicații   |
| 1.4 | Domeniul de studii                | Inginerie electronică și telecomunicații  |
| 1.5 | Ciclul de studii                  | Master  |
| 1.6 | Programul de studii/Calificarea   | Telecomunicații, Tehnologii multimedia, Sisteme Integrate de Comunicații cu Aplicații Speciale/Master |
| 1.7 | Forma de învățământ               | IF (Învățământ cu frecvență)  |
| 1.8 | Codul disciplinei                 | TC16.10, TM17.30, SICAS14.00  |

### 2. Date despre disciplină

|     |                              |  |     |           |   |     |           |        |     |                     |       |
|-----|------------------------------|--|-----|-----------|---|-----|-----------|--------|-----|---------------------|-------|
| 2.1 | Denumirea disciplinei        | Proiectarea rețelelor radio              |     |           |   |     |           |        |     |                     |       |
| 2.2 | Aria tematică (subject area) | Inginerie electronică și telecomunicații |     |           |   |     |           |        |     |                     |       |
| 2.3 | Responsabil de curs          | Conf.dr.ing. Emanuel PUȘCHIȚĂ            |     |           |   |     |           |        |     |                     |       |
| 2.4 | Titularul disciplinei        | Conf.dr.ing. Emanuel PUȘCHIȚĂ            |     |           |   |     |           |        |     |                     |       |
| 2.5 | Anul de studii               | II                                       | 2.6 | Semestrul | 3 | 2.7 | Evaluarea | Examen | 2.8 | Regimul disciplinei | DS/DO |

### 3. Timpul total estimat

| An/<br>Sem | Denumirea disciplinei       | Nr.<br>săpt. | Curs        |   |   | Aplicații  |    |   | Stud.<br>Ind. | TOTAL | Credit |     |   |
|------------|-----------------------------|--------------|-------------|---|---|------------|----|---|---------------|-------|--------|-----|---|
|            |                             |              | [ore/săpt.] |   |   | [ore/sem.] |    |   |               |       |        |     |   |
|            |                             |              | S           | L | P | S          | L  | P |               |       |        |     |   |
| II/3       | Proiectarea rețelelor radio | 14           | 2           | 0 | 1 | 0          | 28 | 0 | 14            | 0     | 58     | 100 | 4 |

|   |                                |    |     |               |    |     |           |     |
|---|--------------------------------|----|-----|---------------|----|-----|-----------|-----|
| 3.1   | Număr de ore pe săptămână      | 3  | 3.2 | din care curs | 2  | 3.3 | aplicații | 1   |
| 3.4   | Total ore din planul de învăț. | 56 | 3.5 | din care curs | 28 | 3.6 | aplicații | 14  |
| Studiul individual  |                                |    |     |               |    |     |           | Ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                     |                                |    |     |               |    |     |           | 14  |
| Documentarea suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice și pe teren |                                |    |     |               |    |     |           | 10  |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri             |                                |    |     |               |    |     |           | 10  |
| Tutoriat  |                                |    |     |               |    |     |           | 7   |
| Examinări   |                                |    |     |               |    |     |           | 3   |
| Alte activități   |                                |    |     |               |    |     |           | 14  |
| 3.7   | Total ore studiu individual    |    |     | 58            |    |     |           |     |
| 3.8   | Total ore pe semestru          |    |     | 100           |    |     |           |     |
| 3.9   | Număr de credite               |    |     | 4             |    |     |           |     |

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

|     |               |  |
|-----|---------------|--|
| 4.1 | De curriculum | Radiocomunicații celulare, Sisteme de comunicații fixe și mobile |
| 4.2 | De competențe | NU   |

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

|     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| 5.1 | De desfășurare a cursului     | Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (video-proiector, ecran, tablă)   |
| 5.2 | De desfășurare a aplicațiilor | Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (PC-uri cu acces Internet, video-proiector, ecran, instrumente software și hardware dedicate, licențe QualNet, licență AirMagnet) |

## 6. Competențe specifice acumulate

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Competențe profesionale | Cunoștințe teoretice, (Ce trebuie să cunoască)   | <p>Studentii vor cunoaște:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rolul organismelor de standardizare și reglementare, regulile de emisie în cazul rețelelor radio;</li> <li>– conceptul de celulă radio, geometria și divizarea celulei, tehnicile de reducere a interferenței co-canal și a canalului adiacent;</li> <li>– indicatorii eficienței spectrale și modele de estimare a traficului celular;</li> <li>– mecanismele de propagare și comportamentul canalului radio în medii cu mobilitate;</li> <li>– elipsoizii Fresnel și efectului curburii Pământului în proiectarea legăturilor exterioare;</li> <li>– bugetul legăturii și marginea de fading;</li> <li>– modelele de propagare de interior și de exterior, modelele de fading;</li> <li>– tehnicile de duplexare și tehnicile de acces multiplu;</li> <li>– arhitectura sistemelor WLAN (entități, funcții și interfețele).</li> </ul> |
|                         | Deprinderi dobândite: (Ce știe să facă)  | <p>Studentii vor fi capabili să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– determine nivelul de interferență co-canal, al canalului adiacent și tehnicile de combatere corespunzătoare;</li> <li>– aplice regulile de emisie pentru dimensionarea legăturilor radio PtP și PtMP;</li> <li>– aplice strategiile optime de proiectare a unei legături radio considerând un set de constrângeri: cerințele utilizator, constrângerile tehnologice și topologia zonei;</li> <li>– analizeze și interpreteze datele obținute în procesul de simulare utilizând instrumentele de proiectare radio dedicate (QualNet).</li> </ul>  |
|                         | Abilități dobândite: (Ce instrumente)  | <p>Studentii vor fi capabili să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– măsoare nivelul semnalului și al interferențelor pe canalul de transmisie utilizând instrumentația hardware (AirMagnet Laptop Analyzer, CMW500);</li> <li>– configureze echipamente dedicate WLAN (Cisco, DLink, Netgear);</li> <li>– utilizeze softurile profesionale de proiectare a rețele radio (QualNet).</li> <li>– elaboreze un raport de expertiză complet al site-ului (AirMagnet Site Survey).</li> </ul>  |
| Competențe transversale | <p>Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală prin procesul formare continuă utilizând surse de documentare electronice sau tipărite, în limba română și și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională (Engleză).</p> <p>Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale</p> <p>Flexibilitatea în gândire și capacitatea de adaptare în operarea cu concepte și instrumente interdisciplinare.</p> |  |

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

|     |                                   |   |
|-----|-----------------------------------|---|
| 7.1 | Obiectivul general al disciplinei | Dezvoltarea de competențe profesionale în domeniul proiectării rețelelor radio.   |
| 7.2 | Obiectivele specifice             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicarea conceptelor teoretice de proiectare a rețelelor radio utilizând instrumente software profesionale de planificare, testare și măsurare (QualNet, AirMagnet Laptop Analyzer).</li> <li>2. Obținerea deprinderilor și abilităților necesare pentru proiectarea, implementarea, testarea și evaluarea rețelelor radio.</li> </ol> |

## 8. Conținuturi

| 8.1. Curs (programa analitică)   |   | Metode de predare   | Observații   |
|--|---|---|--|
| 1  | Evoluției sistemelor de radiocomunicații. Benzi licențiate și benzi nelicențiate. Organisme de standardizare și de reglementare a transmisiilor în rețele radio.  | Prezentare, exemplificare, prezentare de probleme, studii de caz, discuții              | Utilizarea de prezentari .ppt, video-proiector, tablă                              |
| 2  | Reglementarea spectrului radio. Aspecte legislativ-normative. Reguli de dimensionare a amplificării active (IR) și pasive (G) în estimarea puterii efective radiate (EIRP). Legături radio punct-la-punct (PP) și punct-la-multi-punct (PMP). |   |  |
| 3  | Caracteristicile canalului radio. Mecanisme și modele de propagare.   |   |  |
| 4  | Fundamentele planificării radio în sistemele celulare. Geometria celulelor. Reutilizarea frecvențelor. Interferența și capacitatea sistemului. Transferul legăturii.  |   |  |
| 5  | Tehnici de transmisie de bandă îngustă și cu spectru împrăștiat. Colocarea sistemelor, interferențe și debitul transmisiei.   |   |  |
| 6  | Reguli privind dimensionarea rețelelor radio. Traficul celular. Eficiența spectrală și indicatori ai eficienței spectrale în sistemele radio celulare.  |   |  |
| 7  | Bugetul legăturii și marginea de fading. Elipsoizi Fresnel, RF LOS și vizual RF.  |   |  |
| 8  | Tehnici de acces multiplu. Eficiența tehnicilor de acces la mediul de transmisie radio.   |   |  |
| 9  | Arhitectura rețelei WLAN IEEE 802.11.   |   |  |
| 10   | Stratul PHY în standard IEEE 802.11. Tehnicile de transmisie cu spectru împrăștiat în sistemele IEEE 802.11.  |   |  |
| 11   | Stratul IEEE 802.11 PHY. Tehnicile de modulație și codare utilizate în rețele IEEE 802.11.  |   |  |
| 12   | Stratul IEEE 802.11 MAC. Topologii de rețea. Structura cadrelor IEEE 802.11.  |   |  |
| 13   | Stratul IEEE 802.11 MAC. Tehnica CSMA/CA, spații intercadru, suport QoS.  |   |  |
| 14   | Instrumente de proiectare WLAN (QualNet, AirMagnet Laptop Analyzer). Raportul de expertiză al site-ului (Site Survey).  |   |  |
| 8.2. Aplicații (lucrări)   |   | Metode de predare   | Observații   |
| 1  | Dimensionare ale unei legături RF, validarea respectării regulilor de emisie.   | Demonstrații didactice și experimentale, exerciții didactice, simulări, lucru în echipă | Utilizarea instrumentației de laborator, simulatoare de rețele radio, calculatoare |
| 2  | Regulile de emisie în benzile libere. Configurare de echipamente conform legislației în domeniu.  |   |  |
| 3  | Evaluarea prin simulare a legăturilor RF în medii interioare și exterioare.   |   |  |
| 4  | Utilizarea simulatorului QualNet pentru modelarea sistemelor radio. Formatul fișierelor.  |   |  |
| 5  | Modelarea transmisiilor radio în QualNet: emițătorul și receptorul.   |   |  |
| 6  | Modelarea transmisiilor radio în QualNet: canalul radio.  |   |  |
| 7  | Influența parametrilor canalului radio asupra performanței transmisiilor în rețelele IEEE 802.11 utilizând QualNet.   |   |  |
| 8  | Influența mecanismelor de acces la mediu asupra performanței transmisiilor în rețelele IEEE 802.11 utilizând QualNet.   |   |  |
| 9  | Supportul QoS în rețele IEEE 802.11 utilizând QualNet.  |   |  |
| 10   | Efectului introdus de straturile superioare ale modelului OSI asupra performanțelor rețelei radio IEEE 802.11.  |   |  |
| 11   | Măsurători în rețele IEEE 802.11 folosind AirMagnet Site Survey.  |   |  |
| 12   | Analiza traficului IEEE 802.11 utilizând AirMagnet Laptop Analyser.   |   |  |
| 13   | Proiect: Generarea unui raport de expertiză al site-ului folosind AirMagnet sau simulatorul QualNet.  |   |  |
| 14   | Evaluarea proiectului.  |   |  |
| Bibliografie   |   |   |  |
| 1. T. Rappaport, <i>Wireless Communications Principles and Practice</i> , 2nd edition, Prentice Hall, ISBN |   |   |  |

0-13-042232-0, 652 pag., 2002.

2. H. Hammuda, *Cellular mobile radio systems: designing systems for capacity optimization*, John Wiley & Sons, ISBN 0471956414, 211 pag., 1997.
3. A. Mishra, *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G...Evolution to 4G*, John Wiley & Sons, ISBN-10 0-470-01471-7, 542 pag., 2007.
4. A. Mishra, *Cellular Technologies for Emerging Markets: 2G, 3G and Beyond*, John Wiley & Sons, ISBN 9780470779477, 330 pag., 2010.
5. C. Kappler, *UMTS Networks and Beyond*, John Wiley & Sons, ISBN 9780470031902, 388 pag., 2009.
6. T. Carpenter, *Certified Wireless Network Administrator – Official Study Guide 4th Edition*, McGraw&Hill, 2007.
7. V. K. Garg, *Wireless communications and networking*, Elsevier, 1st ed., ISBN: 978-0-12-373580-5, 2007.
8. L. Song, J. Shen (ed.), *Evolved Cellular Network Planning and Optimization for UMTS and LTE*, Taylor and Francis Group, CRC Press, 2011.
9. M. Stasiak, M. Glabowski, A. Wisniewski, *Modelling and Dimensioning of Mobile Wireless Networks from GSM to LTE*, John Wiley & Sons, 2011.
10. J. Olenewa, *Guide to Wireless Communications*, Cengage Learning, 3 edition, ISBN-10: 1111307318 ISBN-13: 978-1111307318, 528 pag., 2013.
11. E. Puschita, s.a., *Radiocomunicatii Celulare - canalul radio - antene - proiectarea sistemelor – Manual de laborator*, U.T. PRESS, ISBN 978-973-662-496-4, 170 pag., 2009.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor, profesionale și angajatori din domeniul aferent programului

Competențele dobândite vor fi necesare angajaților în următoarele ocupații posibile conform COR (Inginer emisie; Inginer transporturi, telecomunicații; Proiectant inginer de sisteme și calculatoare; Inginer șef schimb emisie; Inginer proiectant comunicații; Inginer sisteme de securitate) sau în noi ocupații propuse pentru a fi incluse în COR (Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia; Inginer operare rețea; Inginer testare sisteme de comunicații; Manager proiect; Inginer de trafic; Consultant pentru sisteme comunicații).

10. Evaluare

| Tip activitate                                       | 10.1 | Criterii de evaluare  | 10.2 | Metode de evaluare  | 10.3 | Pondere din nota finală |
|--|------|---|------|---|------|-------------------------|
| Curs   |      | Nivelul cunoștințelor teoretice dobândite                   |      | Evaluare finală scrisă (E) - teorie și probleme                                     |      | - E, 50% (max. 5 pt.)   |
| Aplicații  |      | Nivelul abilităților dobândite și al deprinderilor practice |      | Evaluare practică (L) - planificarea unui scenariu de rețea radio utilizând QualNet |      | - L, 50% (max. 5 pt.)   |
| 10.4 Standard minim de performanță                   |      |   |      |   |      |                         |
| $E \geq 5$ and $L \geq 5$ and $0.5E + 0.5L \geq 4.5$ |      |   |      |   |      |                         |

| Data completării: | Titulari | Titlu Prenume NUME            | Semnătura |
|-------------------|----------|-------------------------------|-----------|
| 10.02.2020        | Curs     | Conf.dr.ing. Emanuel PUSCHITA |           |
|                   |          |                               |           |

Data avizării în Consiliul Departamentului Comunicatii  
29.09.2020

Director Departament Comunicatii  
Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ

Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI  
1.10.2020

Decan  
Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN