

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Comunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Tehnologii Multimedia (TM) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	TM17.30

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Proiectarea rețelelor radio						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică						
	Arie metodologică						
	Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing Emanuel PUSCHITA - <a href="mailto:Emanuel.Puschita@com.utcluj.ro">Emanuel.Puschita@com.utcluj.ro</a>						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof.dr.ing Emanuel PUSCHITA - <a href="mailto:Emanuel.Puschita@com.utcluj.ro">Emanuel.Puschita@com.utcluj.ro</a>						
2.5 Anul de studiu	2	2.6 Semestrul	3	2.7 Tipul de evaluare	Examen	2.8 Regimul disciplinei	DS/DO

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	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					26
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					10
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					10
Tutoriat					7
Examinări					3
Alte activități: .....					2
3.7 Total ore studiu individual	58				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul 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, cont MS Office 365/MS Teams pentru cursurile desfășurate online)
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (PC-uri cu access Internet, video-proiector, ecran, instrumente software și hardware dedicate, licențe QualNet, licența AirMagnet, cont MS Office 365/MS Teams pentru aplicațiile desfășurate online)

### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b>C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de date, voce, video, multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea notiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației.</b></p> <p>C4.3 Explicarea și interpretarea principalelor cerințe și tehnici specifice de abordare pentru transmisiile de date, voce, video, multimedia.</p> <p><b>C5. Selectarea, instalarea, configurarea și exploatarea echipamentelor de telecomunicații fixe sau mobile și echiparea unui amplasament cu rețele uzuale de telecomunicații.</b></p> <p>C5.2 Explicarea și interpretarea tehnologiilor și protocoalelor fundamentale pentru sistemele integrate de comunicații fixe și mobile.</p> <p><b>C6. Rezolvarea problemelor specifice pentru rețele de comunicații de bandă largă: propagare în diferite medii de transmisiune, circuite și echipamente pentru frecvențe înalte (microunde și optice).</b></p> <p>C6.3 Rezolvarea de probleme practice utilizând metode de proiectare a circuitelor de microunde, planificare, acoperire, selecție și amplasarea echipamentelor de emisie recepție</p>
Competențe transversale	N/A

### 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	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 prezentări .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. Co-locarea 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).		
<b>Bibliografie</b>		
1. T. Rappaport, Wireless Communications Principles and Practice, 2nd edition, Prentice Hall, ISBN 0-13-042232-0, 652 pag., 2002.		
2. Randy L. Haupt, Wireless Communications Systems: An Introduction, Wiley-IEEE Press, ISBN: 9781119419174, 2020.		
3. Mishra, Ajay R., Fundamentals of network planning and optimisation 2G/3G/4G: evolution to 5G, ISBN: 9781119331704, Wiley, 2018.		
4. Ekram Hossain, Long Bao Le, Dusit Niyato, Radio Resource Management in Multi-Tier Cellular Wireless Networks, Wiley, ISBN 978-1-118-50267-9, 2013.		
5. V. K. Garg, Wireless communications and networking, Elsevier, 1st ed., ISBN: 978-0-12-373580-5, 2007.		
6. J. Olenewa, Guide to Wireless Communications, 3rd edition, Cengage Learning, ISBN-13 987-1-111-54569-7, 2013.		
7. T. Carpenter, Certified Wireless Network Administrator – Official Study Guide 4th Edition, McGraw&Hill, 2007.		
8. V. K. Garg, Wireless communications and networking, Elsevier, 1st ed., ISBN: 978-0-12-373580-5, 2007.		

9. J. Olenewa, Guide to Wireless Communications, Cengage Learning, 3 edition, ISBN-10: 1111307318 ISBN-13: 978-1111307318, 528 pag., 2013.		
8.2 Laborator	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. Utilizarea simulatorului QualNet pentru modelarea sistemelor radio. Formatul fișierelor.		
4. Modelarea transmisiilor radio în QualNet: emițătorul și receptorul.		
5. Modelarea transmisiilor radio în QualNet: canalul radio.		
6. Influența parametrilor canalului radio asupra performanței transmisiilor în rețelele IEEE 802.11 utilizând QualNet.		
7. Influența mecanismelor de acces la mediu asupra performanței transmisiilor în rețelele IEEE 802.11 utilizând QualNet.		
<b>Bibliografie</b>		
1. E. Puschita, s.a., Radiocomunicații Celulare - canalul radio - antene - proiectarea sistemelor – Manual de laborator, U.T. PRESS, ISBN 978-973-662-496-4, 170 pag., 2009.		
2. F. Perez Fontan, P. Marino Espineira, Modelling the Wireless Propagation Channel: A simulation approach with MATLAB, John Wiley & Sons Ltd, ISBN 978-0-470-72785-0, 2008		

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

Competențele dobândite vor fi folosite în următoarele ocupații conform COR (Clasificarea Ocupațiilor din România): Inginer emisie; Inginer electronist, transporturi, telecomunicații; Inginer imagine; Inginer sunet; Proiectant inginer electronist; Proiectant inginer de sisteme și calculatoare; Inginer șef car reportaj; Inginer șef schimb emisie; Inginer proiectant comunicații; Inginer sisteme de securitate; Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia; Inginer operare rețea; Inginer testare sisteme de comunicații; Manager proiect; Inginer de trafic; Consultant pentru sisteme de comunicații.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Rezolvarea unei probleme și răspunsuri la un set de întrebări din teorie	Probă scrisă	50%
10.5 Seminar/Laborator	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de laborator	Verificare pe parcurs prin teste de laborator	50%
10.6 Standard minim de performanță			
<b>Nivel calitativ:</b>			
<i>Cunoștințe minimale:</i>			
✓ Cunoașterea rolului organismelor de standardizare și reglementare, regulile de emisie în cazul			

- rețelelor radio;
- ✓ Cunoașterea conceptului de celulă radio, geometria și divizarea celulei, tehnicile de reducere a interferenței co-canal și a canalului adiacent;
  - ✓ Cunoașterea indicatorilor eficienței spectrale și modelele de estimare a traficului celular;
  - ✓ Cunoașterea mecanismelor de propagare și comportamentul canalului radio în medii cu mobilitate;
  - ✓ Cunoașterea elipsoizilor Fresnel și efectului curburii Pământului în proiectarea legăturilor exterioare;
  - ✓ Cunoașterea bugetului legăturii și marginea de fading;
  - ✓ Cunoașterea modelelor de propagare de interior și de exterior, modelelor de fading;
  - ✓ Cunoașterea tehnicilor de duplexare și tehnicilor de acces multiplu;
  - ✓ Cunoașterea arhitecturii sistemelor WLAN (entități, funcții și interfețele).

**Competențe minimale:**

- ✓ Să poată să determine nivelul de interferență co-canal, al canalului adiacent și tehnicile de combatere corespunzătoare;
- ✓ Să poată să aplice regulile de emisie pentru dimensionarea legăturilor radio PtP și PtMP;
- ✓ Să poată să aplice strategiile optime de proiectare a unei legături radio considerând un set de constrângeri: cerințele utilizator, constrângerile tehnologice și topologia zonei;
- ✓ Să poată să analizeze și să interpreteze datele obținute în procesul de simulare utilizând instrumentele de proiectare radio dedicate (QualNet).
- ✓ Să poată să măsoare nivelul semnalului și al interferențelor pe canalul de transmisie utilizând instrumentația hardware (AirMagnet Laptop Analyzer, CMW500);
- ✓ Să poată să configureze echipamente dedicate WLAN (Cisco, DLink, Netgear);
- ✓ Să poată să utilizeze softurile profesionale de proiectare a rețele radio (QualNet).
- ✓ Să poată să elaboreze un raport de expertiză complet al site-ului (AirMagnet Site Survey).

**Nivel cantitativ:**

- ✓ Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator
- ✓ Notele la examen și laborator să fie minim 5.
- ✓ Nota la disciplină se calculează cu relația:  $0,5 * \text{Nota\_examen} + 0,5 * \text{Nota\_laborator}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.06.2023	Curs	Prof.dr.ing Emanuel PUSCHITA	
	Aplicații	Prof.dr.ing Emanuel PUSCHITA	

Data avizării în Consiliul Departamentului COM 11.07.2023	Director Departament Comunicații Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI 12.07.2023	Decan Prof.dr.ing. Ovidiu POP