

## FIȘA DISCIPLINEI (licență)

### 1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea “Ștefan cel Mare” din Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Calculatoare, Electronică și Automatică
Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii	Rețele și software de telecomunicații

### 2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	<b>COMUNICAȚII 4G ȘI 5G</b>				
Titularul activităților de curs	Ș.l. dr. ing. Alexandru LAVRIC				
Titularul activităților aplicative	drd. ing. Marian MUTESCU				
Anul de studiu	IV	Semestrul	8	Tipul de evaluare	E
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DS
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opțională, DF - facultativă				DI

### 3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	4	Curs	2	Seminar	Laborator/ lucrări practice	2	Proiect	
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ		Curs		Seminar	Laborator/ lucrări practice	28	Proiect	

II Distribuția fondului de timp pe semestru:		ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe		● 1 7
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren		● 1 0
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri		● 1 4
II d) Tutoriat		●
III Examinări		● 3
IV Alte activități:		●

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	● 41
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	● 100
Numărul de credite	● 4

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

Curriculum	● Fizică, Dispozitive Electronice, Bazele Electrotehnicii, Semnale și sisteme, Radiocomunicații, Teoria transmisiunii informației
Competențe	● Înțelegerea principiilor fizice ale funcționării componentelor de sistem, Operarea cu concepte fundamentale de electronică, Utilizarea componentelor electronice fundamentale și a instrumentelor de măsură, Conceperea și coordonarea de experimente și încercări, Limba Engleză

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

Desfășurare a cursului	● PC, videoproiector (prezentări PPT, simulări)
Desfășurare a aplicațiilor	Laborator/ ● PC, videoproiector, Stand pentru studiul antenelor și rețelelor de antene, Applets și software pentru simularea propagării undelor electromagnetice, Kituri de explorare pentru

	lucrări practice	dispozitive de recepție AM și FM, Multi-metre digitale, Osciloscopae, Telefoane mobile de generații diferite, Suporturi electronice pentru aplicații.
--	------------------	---

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor de bază privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare C5. Proiectarea infrastructurii de comunicații, adaptarea arhitecturilor, tehnologiilor și protocoalelor de telecomunicații pentru aplicații suport de rețele locale, metropolitane, de arie mare și integrate
Competențe transversale	

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

Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Disciplina urmărește însușirea cunoștințelor fundamentale și dezvoltarea competențelor de bază utilizate în domeniul comunicațiilor 4G și 5G și dezvoltarea de competențelor profesionale.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Însușirea aspectelor fundamentale privind comunicațiile 4G și 5G.</li> <li>- Aprofundarea modalităților de proiectare a unei rețele de comunicații.</li> <li>- Cunoașterea tehnicilor de interconectare a sistemelor de comunicații precum și a standardelor specifice domeniului comunicațiilor 4G și 5G.</li> <li>- Studierea conceptelor de bază ale rețelelor wireless pentru viitoarele sisteme de comunicații.</li> <li>- Promovarea utilizării competențelor dobândite pentru dezvoltarea unor proiecte de complexitate medie.</li> <li>- Proiectarea și realizarea unor sisteme pentru comunicații 4G și 5G.</li> <li>- Aplicarea cunoștințelor generale privind componentele sistemelor de comunicații 4G și 5G pentru diverse aplicații.</li> <li>- Promovarea rigorii științifice față de colectarea și prelucrarea datelor cercetării.</li> <li>- Abilitatea de a lucra în grup pentru îndeplinirea unei teme de laborator.</li> <li>- Dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice într-o limbă de circulație internațională.</li> <li>- Dezvoltarea capacităților de evaluare / autoevaluare.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

Curs	Nr . or e	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Evoluția rețelelor de telefonie celulară spre 4G și 5G.	2	expunerea, prelegerea- dezbateri, demonstrații a	
2. Cerințele tehnice ale sistemelor radio care integrează tehnologiile 4G și 5G.	2		
3. Arhitectura sistemelor 4G. Caracteristicile rețelelor LTE și LTE-A. Standarde de specialitate.	2		
4. Tehnici de acces multiplu la canal specifice rețelelor de comunicații 4G și 5G: NOMA (acces multiplu non-ortogonal).	2		
5. Protocoale și canale radio LTE.	2		
6. Tehnici MIMO pentru rețele de comunicație 4G și 5G.	2		
7. Arhitectura sistemelor 5G.	2		
8. Interfața 5G New Radio.	2		
9. Standardizare și specificațiile 5G.	2		
10. Caracteristici specifice formelor de undă utilizate pentru 5G.	2		
11. Tehnici MIMO avansate (multi-user MIMO și massive MIMO) și beamforming.	2		
12. Tehnici de acces multiplu non-ortogonale (NOMA)	2		
13. Conceptul de Mobile Edge Computing în rețele 4G și 5G.	2		
14. Rețelele viitorului, perspective și provocări: 6G.	2		
	28		
Bibliografie			
1. Ajay R. Mishra, Fundamentals of network planning and optimisation 2G/3G/4G: evolution to 5G, ISBN 978-1-119-33171-1, John Wiley and Sons, 2018.			

2. Sun, Haijian, Rose Qingyang Hu, and Yi Qian. 5G and Beyond Wireless Communication Networks. John Wiley & Sons, 2023.
3. D. Tse and P. Viswanath, Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2005.
4. J. Proakis, Digital Communications. 4th edn. (Mc Graw-Hill Book Company, 2001)
5. M. Vaezi, Z. Ding, and H. V. Poor, Multiple Access Techniques for 5G Wireless Networks and Beyond, Springer, 2019.
4. Y. Liu, Z. Qin, and Z. Ding, Non-Orthogonal Multiple Access for Massive Connectivity, Springer, 2019.
5. <https://futurenetworks.ieee.org/>
6. Alexandru Lavric, *materiale didactice în format electronic ppt/pdf*

Aplicații (Seminar / <b>laborator</b> / lucrări practice / proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Introducere - prezentarea lucrărilor și a instrumentelor utilizate în cadrul laboratorului	2	Lucrări practice pe platforme hardware și software, conversația, dezbateră, problematizarea demonstrația, exercițiul, proiectare asistată de calculator.	
2. Generarea formelor de undă pentru LTE, și LTE-Advanced.	4		
3. Modelarea unui canal de comunicații LTE. Calcul BER, BLER, și throughput	2		
4. Transmisia formelor de undă LTE generate în MATLAB utilizând instrumente RF și SDR-software-defined radios	4		
5. Achiziția și analiza semnalelor recepționate în MATLAB utilizând instrumente RF și SDR-software-defined radios	2		
6. Generarea formelor de undă pentru 5G-NR	4		
7. Simularea unui canal de comunicații 5G NR. Calcul BER, BLER, și throughput	2		
8. Modelare și testare RF a unui canal de comunicații 5G NR	2		
9. Modelarea unui sistem MIMO pentru 4G și 5G în MATLAB	2		
10. Analiza tehnicilor de acces multiplu non-ortogonale	2		
11. Comunicații 5G modele de transmisiuni radio	2		
	28		

**Bibliografie:**

1. Sun, Haijian, Rose Qingyang Hu, and Yi Qian. 5G and Beyond Wireless Communication Networks. John Wiley & Sons, 2023.
2. Chen, Wanshi, Peter Gaal, Juan Montojo, and Haris Zisimopoulos. Fundamentals of 5G communications: Connectivity for enhanced mobile broadband and beyond. McGraw-Hill Education, 2021.
3. Ajay R. Mishra, Fundamentals of network planning and optimisation 2G/3G/4G: evolution to 5G, ISBN 978-1-119-33171-1, John Wiley and Sons, 2018
4. Dahlman, Erik, Stefan Parkvall, and Johan Skold. 4G, LTE-advanced Pro and the Road to 5G. Academic Press, 2016.
5. MATLAB LTE and 5G Toolbox, <https://uk.mathworks.com/products/5g.html>
6. Alexandru Lavric, *materiale didactice în format electronic ppt/pdf*

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

Majoritatea elementelor de conținut ale disciplinei se regăsesc în curricula disciplinelor similare de la Universitățile Sussex, Nottingham, MIT, Universitatea Politehnica Timișoara, Universitatea Tehnică "Gh Asachi" Iași, Universitatea Tehnică Cluj Napoca (RO). În elaborarea cursurilor și laboratoarelor s-a ținut cont și de articolele publicate sub egida asociației IEEE (Institute for Electrical and Electronics Engineering) pe tema predării comunicațiilor radio în universități și a cerințelor de piață. Conținutul cursului și al laboratorului este în concordanță cu cerințe și solicitări ale angajatorilor așa cum au rezultat din întâlnirile avute de către titularul cursului cu reprezentanți ai angajatorilor din domeniul SUA, EU, UK și România.

**10. Evaluare\***

- 10.1. Standard minim de performanță evaluare la curs
- 10.2. Standard minim de performanță evaluare la activitatea aplicativă

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală

	Nota acordată la examinarea finală	<i>evaluare sumativă</i> (Evaluare prin probă finală scrisă)	30
	Nota acordată la examinarea finală	<i>evaluare sumativă</i> (Evaluare prin probă finală orală)	10
	Nota acordată participarea activă în timpul cursurilor	<i>evaluare continuă</i>	10
Laborator/Lucrări practice	Nota acordată pentru participarea activă la lucrările practice	<i>evaluare continuă</i> (prin metode orale și probe practice)	10
	Nota acordată la testul de laborator	<i>evaluare sumativă</i> (prin test scris și probă practică din tematica studiată).	40

\* Se pot echivala activități de laborator cu alte activități de pregătire a studenților (concursuri, cercuri, etc.) cu condiția prezentării unui raport de activitate din care să rezulte elemente specifice aplicațiilor din domeniile microundelor sau radiofrecvențelor înalte.

#### 10.1. Standard minim de performanță evaluare la curs

- *Standarde minime pentru nota 5:*  
 Înțelegerea principiilor de funcționare a sistemelor 4G și 5G.  
 Însușirea minimală a terminologiei utilizate în domeniul 4G și 5G,  
 Capacitatea de a explica minimal principalele tehnici de interconectare a sistemelor de comunicații 4G și 5G precum și standardele specifice domeniului  
 Descrierea funcționării circuitelor de radiofrecvență elementare  
 Cunoașterea utilității și limitelor pentru dispozitivele de radiofrecvență și microunde studiate  
 Înțelegerea avansată a principiilor de funcționare ale componentelor sistemelor de comunicații 4G și 5G  
 Analiza comparativă a diferitelor mecanisme de comunicații utilizate în cadrul sistemelor 4G și 5G  
 Cunoașterea metodelor de evaluare a nivelului de performanță asociat rețelelor de comunicații 4G și 5G  
 Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza comunicațiilor 4G și 5G  
 Elaborarea de materiale de prezentare a unor dispozitive / companii / laboratoare de cercetare în sistemele de comunicații 4G și 5G  
 Rigoarea științifică față de colectarea și prelucrarea datelor cercetării  
 Abilitatea de a lucra în grup atât în rolul de lider cât și cel de membru pentru îndeplinirea unei teme de laborator

#### 10.2. Standard minim de performanță evaluare la activitatea aplicativă

- *Standarde minime pentru nota 5:*  
 Interpretarea datelor obținute în cadrul experimentelor  
 Identificarea diferențelor tehnologice care stau la baza comunicațiilor 4G și 5G  
 Elaborarea de materiale de prezentare a unor dispozitive / companii / laboratoare de cercetare în domeniul rețelelor 4G și 5G  
 Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza fenomenelor și semnalelor în comunicații 4G și 5G.  
 Înțelegerea avansată a principiilor de funcționare ale componentelor sistemelor de comunicații 4G și 5G  
 Analiza comparativă a diferitelor mecanisme de comunicații utilizate în cadrul sistemelor 4G și 5G  
 Cunoașterea metodelor de evaluare a nivelului de performanță asociat rețelelor de comunicații 4G și 5G  
 Utilizarea mediilor de simulare pentru analiza comunicațiilor 4G și 5G  
 Interpretarea datelor obținute în cadrul experimentelor de modelare și simulare în Matlab  
 Descrierea funcționării circuitelor de radiofrecvență studiate  
 Dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și într-o limbă de circulație internațională.

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
19.09.2023		

Data avizării	Semnătura responsabilului de program
20.09.2023	

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
22.09.2023	

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
22.09.2023	