FIŞA DISCIPLINEI
(licenţă)

1. **Date despre program**

Instituţia de învăţământ superior	Universitatea "Ştefan cel Mare" din Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică şi Ştiinţa Calculatoarelor
Departamentul	Calculatoare, Electronică şi Automatică
Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicaţii şi tehnologii informaţionale
Ciclul de studii	Licenţă
Programul de studii	Rețele și software de telecomunicații

2. **Date despre disciplină**

Denumirea disciplinei	**COMUNICAŢII OPTICE**				
Titularul activităţilor de curs	Ş.l. dr. ing. CĂILEAN Alin-Mihai				
Titularul activităţilor aplicative	Ş.l. dr. ing. CĂILEAN Alin-Mihai				
Anul de studiu	IV	Semestrul	7	Tipul de evaluare	E
Regimul disciplinei	Categoria formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC – complementară				DS
	Categoria de opţionalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opţională, DF - facultativă				DO

3. **Timpul total estimat** (ore alocate activităţilor 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 învăţământ	56	Curs	28	Seminar		Laborator/lucrări practice	28	Proiect	

II Distribuţia fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe	28
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate şi pe teren	5
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii şi eseuri	8
II d) Tutoriat	
III Examinări	3
IV Alte activităţi (precizaţi):	

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

4. **Precondiţii** (acolo unde este cazul)

Curriculum	• Fizică, Dispozitive Electronice
Competenţe	• Înțelegerea principiilor fizice ale funcționării componentelor de sistem • Operarea cu concepte fundamentale de electronică și optoelectronică • Utilizarea componentelor electronice fundamentale și a instrumentelor de măsură • Conceperea și coordonarea de experimente și încercări

5. **Condiţii** (acolo unde este cazul)

Desfăşurare a cursului		• PC, videoproiector (prezentări PPT, software specializat)
Desfăşurare aplicaţii	Seminar	•
	Laborator/lucrări practice	• componente electronice (rezistori, condensatori, tranzistori, fototranzistori, LEDuri, LED-uri IR, surse Laser, circuite integrate, etc.); • plăci de dezvoltare ARM Cortex M4 180 MHz; • 2 sisteme de măsurare a distanței LiDar Lite V3 cu posibilitatea determinării

		distanțelor de până la 40 metri folosind fascicol Laser IR; • telemetru profesional Fluke FLK-414D cu posibilitatea determinării distanțelor de până la 50 metri folosind fascicol Laser de 650 nm; • circuite fotosensibile cu amplificare variabilă PDA100A2; • conuri de plastic pentru limitarea unghiului de recepție ((±3.75˚; ±7˚; ±15˚; ±30˚;); • kit lentile asferice ajustabile ThorLabs SM2F32-A; • luxmetru profesional HD 2302.0 Delta Ohm cu sonde LP 471 PHOT și LP 471 RAD; • spectrometru Sekonic C-800 pentru analizarea distribuției spectrale a luminii; • seturi filtre optice (IR reject, roșu, verde, albastru); • platforme programabile pentru procesarea semnalelor analogice SIM 900; • amplificatoare sumatoare SIM 980 cu intrări sumatoare, tensiune de operare ±10V, lăţime de bandă 1MHz; • preamplificatoare de tensiune SIM 910 cu nivel de amplificare selectabil între 1 şi 100, lăţime de bandă 1MHz, nivel de zgomot: 4nV/Hz; • preamplificator de curent de precizie SIM 918; • module filtrarea analogică SIM 965 cu filtrare Bessel şi Butterworth, frecvenţă de operare între 1 Hz şi 500 kHz, funcţii de filtrare Trece-sus şi Trece-jos, riplu ajustabil; • 3 generatorare de semnal Tektronix AFG 1062 cu frecvențe: între 1 uHz și 60 MHz pentru semnale sinusoidale / 30 MHz pentru semnale dreptunghiulare, timpi de creștere / descreștere pt. semnal dreptunghiular : <10 ns, amplitudinea semnalului generat: 1 mVp-p –10 Vp-p, cu o rezoluție de 14 biți (1 mVp-p) pentru întreaga gamă de frecvențe; • emițător VLC bazat pe un semafor comercial; • emițător VLC bazat pe un semafor cu LED-uri organice; • 2 osciloscope digitale Tektronix TBS1104 cu 4 canale de lucru, bandă de lucru până la minim 100 MHz, frecvență de eșantionare de minim 1 GSPS, Display color de 4 inch; • 3 Osciloscope digitale Tektronix TBS2104 cu 4 canale de lucru, bandă de lucru până la minim 100 MHz, frecvență de eșantionare de minim 1 GSPS, display color de 9 inch; • Multimetre digitale - Măsoară tensiunii continue cu valori cuprinse între 10 uV și 1000 V, tensiunii alternative cu valori cuprinse între 10 uV și 750 V, curentul alternativ și continuu, rezistori, condensatori, determina continuitatea unui circuit, permite testarea diodelor; • fibre optice, conectori optici, splitere optice și accesorii; • convertoare media; • Aparate pentru sudura fibrelor optice și accesorii; • Reflectrometre OTDR GRANDWAY FHO3000-D26 și accesorii; • Splice-uri mecanice și accesorii pentru conectarea mecanică a fibrelor optice (clevere, strippere de fibră optică, etc.); • Powermetre optice; • Surse laser; • platformă comunicații optice 91025-2 FACET LABVOLT Fiber Optics Circuit Board; • kit-uri de explorare pentru optoelectronică şi comunicaţii, (Deluxe Exploration Kit for Optoelectronics and Communications) produse de Chaney Electronics, Arizona, Statele Unite ale Americii.
	Proiect	•

6. **Competențe specifice acumulate**

Competenţe profesionale	C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentaţia şi tehnologia electronică C6. Utilizarea limbajelor şi instrumentelor specializate pentru inginerie software, cu orientare către sistemele de telecomunicaţii integrate
Competenţe transversale	-

7. **Obiectivele disciplinei** (reieşind din grila competenţelor specifice acumulate)

Obiectivul general al disciplinei	• Pentru curs: Însuşirea noţiunilor de bază în domeniul comunicaţiilor optice, a tehnicilor și metodelor de transmisie a datelor folosind tehnologii de comunicații optice, analiza factorilor ce determină apariția erorilor în comunicațiile optice, managementul erorilor, proiectarea și optimizarea sistemelor de comunicații optice, analiza protocoalelor de comunicaţie, analiza componentelor; • Pentru laborator/lucrări practice: Familiarizarea cu componentele unei reţele optice, cu unele operaţii şi echipamente de procesare a semnalelor în vederea transmiterii lor prin canale optice, cu metodele de evaluare a performanţelor acestor echipamente şi cu programe de simularea adecvate. Înţelegerea etapelor și constrângerilor implicate în proiectarea și implementarea unei reţele optice.

8. **Conţinuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observaţii
• 1. Introducere în comunicaţiile optice • 1.1 Analiza istorică, tehnologică şi financiară a evoluţiei comunicaţiilor optice • 1.2 Fundamentele semnalelor optice şi propagarea luminii • 1.3 Avantajele și motivația utilizării sistemelor de comunicaţii optice • 1.4 Structura de principiu a unui sistem de comunicaţii optice	4h	expunerea, prelegerea, conversatia, dezbaterea prezentare PowerPoint însoţită de discuţii libere	
• 2. Componente ale sistemelor de comunicaţii optice • 2.1. Generalităţi • 2.2. Surse optice (diode semiconductoare electroluminiscente, diode LASER) • 2.3. Receptoare optice (fotodioda, fotodioda PIN, fotodioda cu avalanşă, fototranzistorul) • 2.4 Sisteme de transmisie și receptie optică	4h		
• 3. Tehnici de modulație și tehnici de codare utilizate în sistemele de comunicații optice • 3.1 Tehnici de modulație utilizate în comunicațiile optice • 3.2 Tehnici de codare utilizate în comunicațiile optice • 3.3 Principiile multiplexării canalelor prin divizarea lungimii de undă (WDM)	2h		
• 4. Comunicaţii optice ghidate • 4.1 Fibre optice ca ghiduri de undă • 4.2 Propagarea undelor electromagnetice în fibra optică • 4.3 Deformarea semnalelor în fibre optice • 4.4 Tehnologii de fabricaţie • 4.5 Arhitecturi de comunicaţii optice • 4.6 Amplificatoare optice şi regenerarea semnalelor optice • 4.7. Alte componente ale sistemelor de comunicaţii optice: conectori, izolatoare, filtre optice	1,5h 1h 1h 0,5h 1 1h 2h		
• 5. Tehnologii de comunicaţii optice neghidate • 5.1 Comunicaţii Infra-roşu • 5.2. Comunicaţii prin lumină vizibilă (VLC) • 5.3 Light-Fidelity (LiFi) • 5.4 Comunicaţii Free Space Optical (FSO) • 5.5 Optical Camera Communications (OCC) • 5.6 Determinarea distanţelor folosind sisteme optice: LiDAR și Visible Light Ranging	0,5h 2h 1,5h 1h 0,5h 0,5h		
• 6. Sisteme și soluții de comunicații optice neghidate. Utilizarea lor în aplicații practice	2h		
• 7. Recapitulare finală, concluzii, perspective în dezvoltarea și utilizarea comunicațiilor optice	2h		
Bibliografie			
[1] D. Greenfield, The essential guide to optical network, Prentice Hall, 2002 [2] Jeff Hecht, Understanding optical fiber, Ed. Prentice Hall, 2002			

[3] Adrian Manea, Sisteme optice pentru comunicaţii, Ed. Matrix Rom, 2006
[4] Gilbert Held, Introduction to Light Emitting Diode Technology and Applications, Taylor & Francis Group, 2009
[5] I. Ceapă, Sisteme de transmisiuni pe fibre optice, Matrix Rom, 1998
[6] A. Mihăiescu, Comunicaţii optice, Editura de Vest, 1999
[7] Iancu Ovidiu, Dispozitive optoelectronice, Ed. Matrix Rom, 2003
[8] A. De Sabata, Curs comunicaţii optice și sisteme WDM, Universitatea Ștefan cel Mare Suceava, 2016-2017.
[9] A. Cailean , M. Dimian, "Current Challenges for Visible Light Communications Usage in Vehicle Applications: A Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2017, doi: 10.1109/COMST.2017.2706940
[10] A. M. Căilean, "Study, implementation and optimization of a visible light communications system. Application to automotive field." Lucrare de doctorat, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava & University of Versailles, dec. 2014.
[11] L. E. M. Matheus, A. B. Vieira, L. F. M. Vieira, M. A. M. Vieira and O. Gnawali, "Visible Light Communication: Concepts, Applications and Challenges," in IEEE Communications Surveys & Tutorials. doi: 10.1109/COMST.2019.2913348
[12] H. Hass, "LiFi is a paradigm-shifting 5G technology" in Reviews in Physics, vol. 3, pp. 26–31, 2018, doi.org/10.1016/j.revip.2017.10.001
[13] M. Z. Chowdhury, M. T. Hossan, A. Islam and Y. M. Jang, "A Comparative Survey of Optical Wireless Technologies: Architectures and Applications," in IEEE Access, vol. 6, pp. 9819-9840, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2792419
[14] A. Cailean , M. Dimian, "Current Challenges for Visible Light Communications Usage in Vehicle Applications: A Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2017, doi: 10.1109/COMST.2017.2706940
[15] Alin Mihai Căilean, materiale didactice în format electronic ppt/pdf

Bibliografie minimală

[1] Adrian Manea, Sisteme optice pentru comunicaţii, Ed. Matrix Rom, 2006
[2] M. Z. Chowdhury, M. T. Hossan, A. Islam and Y. M. Jang, "A Comparative Survey of Optical Wireless Technologies: Architectures and Applications," in IEEE Access, vol. 6, pp. 9819-9840, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2792419
[3] A. Cailean , M. Dimian, "Current Challenges for Visible Light Communications Usage in Vehicle Applications: A Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2017, doi: 10.1109/COMST.2017.2706940
[4] Alin Căilean, materiale didactice în format electronic ppt/pdf

Aplicaţii (~~Seminar~~ / laborator / lucrări practice / ~~proiect~~)	Nr. ore	Metode de predare	Observaţii
L1. Noţiuni de protecţia muncii specifice laboratorului de comunicaţii optice. Prezentarea laboratorului și a ciclului de lucrări.	2h	expunere, sinteza cunoştinţelor, clarificare conceptuală, activităţi de grup, aplicaţii practice, aplicaţii demonstrative, probleme rezolvate.	- activitatea se desfaşoară la nivel de semi-grupă; - se expun pe scurt noţiunile teoretice pregătind abordarea temelor de către grupuri de studenţi - se utilizează materiale suport în format tipărit și/sau electronic.
L2. Noţiuni de proiectare a reţelelor de comunicaţii optice: principii de funcţionare, seminar şi aplicaţii.	2h		
L3. Componete ale rețelelor de fibră optică: cuploare, atenuatoare, filtre optice, amplificatoare optice, convertoare media.	2h		
L4-L5. Fibre optice. Tăierea corectă a fibrelor optice. Sudarea și conectarea fibrelor optice. Atenuarea sudurilor de fibră optică.	4h		
L6. Video convertoare optice și transimii video prin fibre optice.	2h		
L7-L8. Implementarea practică a unei rețele de fibră optică pentru conexiuni internet.	4h		
L9. Testarea și evaluarea unei rețele de fibră optică. Măsurarea și optimizarea semnalului optic în rețelele de fibre optice,	2h		
L10. Tehnici de prelucrare a semnalelor optice.	2h		
L11-12. Surse de zgomot în comunicaţiile prin lumină vizibilă (VLC): analiza performanţelor unui sistem VLC în condiţii de zgomot. Tehnici de eliminare a zgomotului.	4h		
L13. Testarea cunoştiinţelor şi deprinderilor acumulate în cadrul laboratorului.	2h		
L14. Studii de caz: proiectarea, analiza, optimizarea unor sisteme VLC destinate aplicaţiilor de siguranţă rutieră: provocări, soluţii, perspective.	2h		

Bibliografie
[1] Safa O. Kasap, Optoelectronics and photonics: Principes and Practices, Ed. Pearson, 2012 [2] Adrian Manea, Sisteme optice pentru comunicaţii, Ed. Matrix Rom, 2006 [3] Alin Căilean, materiale didactice în format electronic ppt/pdf [4] Industrial Fiber Optics, Fiber Optic Lab Manual, Fifth Edition [5] Alin-Mihai Căilean, materiale didactice în format tipărit și electronic ppt/pdf
Bibliografie minimală
[1] Alin-Mihai Căilean, materiale didactice în format tipărit și electronic ppt/pdf

9. **Coroborarea conţinuturilor disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor comunităţii epistemice, asociaţiilor profesionale şi angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului**

- Conţinutul disciplinei este în concordanță cu cerinţele angajatorilor din domeniul electronicii, telecomunicațiilor, calculatoarelor. Conţinutul se regăsește și în curricula disciplinelor similare de la alte programe de studiu din țară și din străinătate.

10. **Evaluare**

10.1. Standard minim de performanţă evaluare la curs

10.2. Standard minim de performanţă evaluare la activitatea aplicativă

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Nota acordată la examinarea finală	Evaluare prin probă finală scrisă/proiect însoțită de evaluare orală	40
	Nota acordată pentru participarea activă în timpul cursurilor	Evaluare activitate în timpul semestrului	10
Seminar	-	-	-
Laborator/lucrări practice	Media notelor acordate la lucrări practice	*evaluare continuă* (prin metode orale şi probe practice)	25
	Nota acordată la colocviu de laborator/referate/proiecte	*evaluare sumativă* (prin metode orale din tematica studiată în timpul semestrului şi/sau proiect).	25
Proiect	-	-	-
* Se pot echivala activităţi de laborator cu alte activităţi de pregătire a studenţilor (concursuri, cercuri, etc.) cu condiţia prezentării unui raport de activitate din care să rezulte elemente specifice aplicaţiilor din domeniul comunicațiilor optice.			
Standard minim de performanţă			
Standard minim de performanţă evaluare la curs: - capacitatea de a utiliza si de a recunoaşte terminologia de specialitate legată de structurile și principiile de funcţionare și proiectare predate; - la examen trebuie făcută dovada înţelegerii aplicaţiilor prezentate în proporţie de cel puţin 50%; Standard minim de performanţă evaluare la activitatea aplicativă: - la laborator, cursanții trebuie să dovedească faptul că au deprins aptitudinile de bază ce implică utilizarea echipamentelor și componentelor folosite în comunicațiile optice, și utilizarea lor în proiectarea, implementarea, și evaluarea unor rețele de comunicații optice.			

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicaţie
17.09.2024		

Data avizării	Semnătura responsabilului de program
20.09.2024	

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
23.09.2024	

Data aprobării în consiliul facultăţii	Semnătura decanului
27.09.2024	