



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Comunicații Wireless Avansate

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Comunicații pe fibră optică					
(en)		Fiber Optic Communications					
2.2 Titularul activităților de curs			S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator			S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun				
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	F
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.21-24	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	1.5	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					29
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	33.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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



4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: p { color: #000000; line-height: 115%; orphans: 2; widows: 2; margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; background: transparent }p.western { font-family: "Calibri", sans-serif; font-size: 11pt; so-language: en-US }p.cjk { font-family: "Calibri", sans-serif; font-size: 11pt; so-language: zh-CN }p.cjl { font-family: "Calibri", sans-serif; font-size: 11pt; so-language: ja-JP }p.ctl { font-family: "Times New Roman", serif; font-size: 11pt; so-language: ar-SA } Microunde Comunicații Analogice și Digitale Comunicații de date Fizica
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: cunoștințe generale despre semnale analogice și digitale, cunoștințe fundamentale de transmiterea informației, noțiuni generale cu privire la propagarea undelor electromagnetice capacitatea de a înțelege funcționarea unei scheme bloc sau de principiu pentru sistemele de comunicație în general capacitatea de a realiza simulări folosind medii adecvate (Python) și de a interpreta rezultatele obținute.

#### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: PC-uri pe care să fie instalat mediul de programare Python. Prezența la laboratoare este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare de licență din UPB)

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină se studiază în cadrul programului de masterat Comunicatii Fără Fir Avansate (Advanced Wireless Communications) și își propune să ofere studenților cunoștințe teoretice avansate despre transmisiunile pe fibra optica, efectele neliniare și aplicațiile lor, conversiile electro-optice și opto-electrice, modulații optice digitale avansate, cuplare și filtrare optica, etc.

În cadrul cursului sunt analizate principalele caracteristici, componente și funcțiuni ale unor sisteme de comunicații optice pentru rețelele de transport (DWDM, SONET, GMPLS), dar și de acces optic xPON.

Toate acestea contribuie la transmiterea/formarea către/la studenți a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice și procedurale aferente domeniului.

**7. Competențe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*



<p><b>Specifice</b></p>	<p>Demonstrează că deține cunoștințe de bază/avansate în domeniul sistemelor de comunicații pe fibre optice. Corelează cunoștințele și aplică în practică cunoștințele teoretice. Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, în limba engleză.</p>
<p><b>Transversale (generale)</b></p>	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</p>

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

<p><b>Cunoștințe</b></p>	<p>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice. Enumera cele mai importante fenomene și efectul lor asupra transmisiunilor prin fibra optică. Definește noțiuni specifice domeniului comunicațiilor optice. Identifica componentele și funcțiile lor într-o rețea pe fibra optică. Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene care apar în comunicațiile optice. Evidențiază consecințe și relații.</p>
<p><b>Aptitudini</b></p>	<p>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente). Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text științific. Rezolvă aplicații practice și interpretează adecvat relații de cauzalitate. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</p>



<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</p> <p>Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</p> <p>Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</p> <p>Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</p> <p>Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</p> <p>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</p> <p>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</p> <p>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</p> <p>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</p>
--	---

**9. Metode de predare** *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau filme descriptive ale unor fenomene, filme care vor fi puse la dispoziția studenților.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Aspecte Introductive: 1. Structura unui sistem de telecomunicație optică. 2. Tipurile, evoluția și standardizarea sistemelor de telecomunicație optică	2
2	Fibra optică, cabluri și conectori optici 1. Structura și tipuri constructive de fibra optică 2. Atenuarea în fibra optică (clasificări, cauze, efecte) 3. Dispersia în fibra optică (clasificări, cauze, efecte) 4. Efecte liniare și neliniare în fibra optică (clasificări, efecte) 5. Modelarea matematică a interacțiunii dintre unda luminoasă și fibra optică	4



3	Componente pasive utilizate in rețele optice: 1. Cuploare, splittere. 2. Izolatoare, circulatori optice 3. Filtre optice și atenuatoare	2
4	Componente optice active 1. Emițătoare și modulatori optice 2. Receptoare optice 3. Amplificatoare optice 4. Multiplexoare și comutatoare fotonice.	4
5	Modulații digitale pentru transmisiuni optice 1. Modulații în intensitate și detecție directă. Scheme. Performante. 2. Modulații în intensitate și detecție coerentă. Scheme. Performante. 3. Modulații în fază și detecție coerentă. Scheme. Performante. 4. Modulații QAM și detecție coerentă. Scheme. Performante. 5. Metode de compensare a efectelor liniare și neliniare asupra semnalului optic	4
6	Tehnici de multiplexare și tehnologii de transport optic 1. Sisteme DWDM 2. Sistemul SONET 3. Rețele GMPLS	2
7	Tehnici de acces multiplu și rețele de acces optic: 1. (A)BPON, arhitectura rețelei și performanțe 2. GPON, arhitectura rețelei și performanțe 3. EPON, arhitectura rețelei și performanțe 4. 10GPON, arhitectura rețelei și performanțe	2
8	Noțiuni de control și management în rețele optice	1
9	Tendințe în sisteme de comunicații optice	0
	<b>Total:</b>	21

**Bibliografie:**

G. Keiser, "Optical Fiber Communications", McGrawHill, 2010.

W. B. Jones, "Introduction to Optical Fiber Communications Systems, HRW, 1988

John Senior, "Optical Fiber Communications: Principles and Practice (3rd Edition)", Prentice Hall, 2009

Note de curs ale titularului în formă electronică pe site-ul cursului (Moodle)

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Simularea lăririi impulsului optic de forma Gaussiană din cauza dispersiei.	2
2	Măsurarea și interpretarea rezultatelor măsurării unei fibre optice cu OTDR	2
3	Studiul receptorilor optice cu detecție directă vs detecție coerentă pentru modulații în intensitate	3
4	Modelarea amplificatoarelor optice	2
5	Simularea transmisiei pe o legătură optică. Managementul dispersiei și atenuării	4
6	Simularea simplificată a transmisiunii optice cu multiplexarea cu diviziune în lungimea de undă (DWDM)	4
7	Estimarea BER pentru modulații optice simple și complexe	4



	<b>Total:</b>	21
<b>Bibliografie:</b> Note de laborator ale titularului în formă electronică pe site-ul cursului (Moodle)		

### 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- cunoașterea conceptelor, principiilor comunicatiei pe fibra optica si evaluarea parametrilor ei si a performantelor unui sistem de transmisiune optic cu modulație in intensitate si detectie directa.	Examen de tip MCQ la mijlocul semestrului	20
	- cunoașterea conceptelor, principiilor unei legaturi DWDM si evaluarea performantelor unei comunicatii optice DWDM cu managementul atenuarii si dispersiei.	Examen de tip MCQ in sesiune	30
	cunoașterea principiilor de funcționare și de organizare pentru tehnologiilor de comunicatii optice, a performanțelor și a aplicațiilor acestora.		
11.5 Seminar/laborator/proiect	Relizarea simularilor, interpretarea rezultatelor si rezolvarea întrebărilor specificate din îndrumarul de laborator	Predarea fișelor de laborator cu rezultatele simularilor și răspunsurile la întrebări	20
	Simularea unui scenariu complex de transmisiune optica cu managementul atenuarii, dispersiei si efectelor neliniare pentru evaluarea performantelor. Studiu in echipa.	Prezentarea raportului temei de casa intr-o sesiune la sfarsitul semestrului	30
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației**



Tehnologiile de acces la Internet (ghidate sau fără fir) și cele de transport al datelor la distanță mare cu cost foarte mic au permis dezvoltarea sistemului global de comunicații, fiind componente esențiale ale lui.

Piața muncii este foarte interesată de specialiști în dezvoltarea și mentenanța rețelelor de acces și transport optic de viteze foarte mari, mai ales în contextul implementării IoT, când cererea de date binare pentru transmiterea datelor va continua să crească.

Studiul tehnologiilor în evoluția lor permite studenților o asimilare a cunoștințelor fundamentale necesare cu mai mare ușurință.




Programa cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise evoluției europene și mondiale în domeniul comunicațiilor și tehnologiei informațiilor (ICT). În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt cele din domeniul telecomunicațiilor de viteză foarte mare.

Se asigură astfel absolvenților atât competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale cât și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire.

Acest mod de abordare este perfect încadrat în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie Politehnică din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Prin activitățile desfășurate în cadrul acestei discipline studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul tehnologiilor și rețelelor optice de acces și transport.

De asemenea, se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunța în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
14.10.2024	S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun 	S.I./Lect. Dr. Adrian Florin Paun 
Data avizării în departament	Director de departament	
27.10.2024	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja 	
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan	
25.10.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea	



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



10