



### 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	Telecomunicații

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Comunicații analogice și de date					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Ing. Ioana Marcu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Ing. Ioana Marcu					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.18-05	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2.5	Din care: 3.2 curs	1.50	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	35.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					61
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	65.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Semnale și sisteme pentru telecomunicații Prelucrarea digitală a semnalelor
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoașterea noțiunilor de bază referitoare la semnale și sisteme, precum și prelucrarea digitală a semnalelor

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



5.1 Curs	Cursul se desfășoară într-o sală cu videoproiector ce facilitează transmiterea informațiilor de pe laptop. De asemenea, sala trebuie să fie dotată cu tablă întrucât anumite demonstrații și exemple numerice se rezolvă cu creta. Cursul are un caracter interactiv, urmărind punerea de întrebări în sală și obținerea de răspunsuri de la studenți, care să-i ajute la înțelegerea conceptelor predate.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se desfășoară într-o sală dotată cu calculatoare ce facilitează utilizarea mediului de simulare Matlab. Acestea au și conexiune la Internet întrucât platformele de lucru se descarcă, iar fișele de lucru se încarcă cu rezolvările, pe grupul de Moodle al materiei.

**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.)*

Disciplina “Comunicații analogice și de date” abordează principalele aspecte de modulațiilor analogice și digitale realizate pentru transmiterea datelor pe canalele radio. Sunt prezentate noțiuni fundamentale legate de modulațiile analogice de bază cu descrierea metodelor de modulare/demodulare a semnalelor (modulația în amplitudine (AM), modulația în frecvență (MF) și modulația în fază (MP)). O importanță deosebită în comunicațiile de date o are modelul de referință OSI ale cărui niveluri sunt detaliate în acest curs. Cursul conține și partea de descriere a transmisiunilor digitale, detaliindu-se modalitatea de detecție a semnalelor binare în ZAGA cu ajutorul filtrului adaptat sau corelatorului. Sunt prezentate tehnicile de modulație digitală: PSK (BPSK, DPSK/DEPSK, QPSK/OQPSK), ASK (Q-ASK), FSK (BFSK, M-FSK) din perspectiva modalităților de transmisiune, parametrul de performanță (probabilitatea de eroare) și implementarea modulatorului/receptorului pentru fiecare modulație.

**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.)*

<b>Specifice</b>	Să-și formeze o imagine de ansamblu asupra modulațiilor analogice și digitale. Să recunoască și să fie capabili să facă analize comparative între diverse tehnici de modulație.
<b>Transversale (generale)</b>	Lucrul în echipă și comunicarea eficientă cu colegul de echipă pentru îndeplinirea sarcinilor aferente laboratorului Capacitate de analiză, sinteză și analogie cu noțiunile predate la curs Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii pentru a asigura reputația profesiei

**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.)*



<b>Cunoștințe</b>	<p><i>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.</i></p> <p>Identifică corect tipurile de modulații în funcție de caracteristicile lor Înțelege și detaliază principalii parametri implicați în realizarea modulațiilor Recunoaște modalitatea de transmitere a informației și înțelege modalitățile de funcționare a modulatorilor/demodulatorilor</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Realizează comparații valide între diferite tehnici de comunicații</li><li>Înțelege utilitatea practică a acestor modulații analogice/digitale</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<p><i>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).</i></p> <p>Rezolvă aplicații practice Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare Interpretează corect parametrii caracteristici unei transmisiuni în comunicații</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Formulează concluzii legate de utilitatea și performanțele tehnicilor utilizate în comunicațiile analogice și de date</li></ul>
<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. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</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.)

Pentru a facilita înțelegerea și asimilarea conceptelor predate în partea de curs, vor fi realizate cursuri interactive ce constau atât în prezentări PowerPoint a noțiunilor predate, dar și exemple numerice și de aplicabilitate a acestora în viața reală. Predarea se face gradual, pornind de la noțiunile de bază din domeniul semnalelor și sistemelor utilizate în zona telecom până la expunerea de noi noțiuni mai complexe din acest domeniul. Predarea este de tip interactiv și în permanență există un dialog cu studenții pentru a încuraja gândirea și expunerea liberă a părerilor/cunoștințelor acestora.

În cadrul laboratorului se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare, înțelegere și proiectare a funcționalității și determinarea parametrilor de performanță, evaluării pe baza spectrelor de frecvență și a benzilor ocupate, etc. Laboratorul utilizează mediul de simulare Matlab/Simulink.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Noțiuni de bază în comunicațiile analogice și de date	2



2	Modelul simplificat al unui sistem de transmisiune: modulații: semnale cu modulație liniară (ML): generare/demodulare; semnale cu modulație în amplitudine (MA) - generare. Exemple numerice.	2
3	Demodularea semnalelor MA: demodulatorul cu detector de anvelopă. Demodularea semnalelor ML: demodularea de produs, demodularea de anvelopă cu sumator. Exemple numerice.	2
4	Semnale cu modulație în amplitudine cu purtătoare suprimată (MA-PS): generare/demodulare. Exemple numerice.	2
5	Semnale cu modulație de amplitudine cu bandă laterală unică (MA-BLU): producerea semnalelor MA-BLU clasică și cu filtru Hilbert; demodularea semnalelor. Semnale cu modulație de amplitudine cu rest de bandă laterală (MA-RBL).	2
6	Semnale cu modulație în frecvență (MF): expresia generală a semnalelor cu MF, determinare spectru de frecvență, banda de frecvență, puterea disipată pe o anumită rezistență. Exemple numerice.	2
7	Producerea semnalelor cu MF prin metode "directe,, (metode care au la bază simularea EID; metode care folosesc controlul unor generatoare de semnale triunghiulare sau dreptunghiulare); metode "indirecte" (metoda Armstrong; metoda care folosește modulația în fază). Demodularea semnalelor MF: demodulatorul Clarke-Hess. Producere semnalelor cu modulație în fază (MP). Comparatie MA/MF/MP.	2
8	Modelul simplificat al unui sistem de transmisiune. Modelul detaliat al unui sistem de transmisiune. Transmisiuni vs. Comunicații de date. Ierarhii de protocoale. Servicii vs Protocoale. Modelul de referință OSI.	2
9	Detecția semnalelor binare în ZAGA. Receptorul optimal: criterii de optimizare. Filtrul Adaptat. Aplicații ale filtrelor adaptate la detecția binară. Receptorul Optimal cu corelator	2
10	Tehnici de modulație digitală. Aspecte legate de semnale BPSK, semnale DPSK și PSK codate diferențial (DEPSK), semnale OQPSK/QPSK, semnale M-PSK, semnale cu modulație în amplitudine în cuadratură (Q-ASK), semnale cu modulație în frecvență binare (B-FSK) și semnale M-FSK	2
11	Probabilitatea de eroare în transmisiunile digitale. Exemple numerice.	1
	<b>Total:</b>	21

**Bibliografie:**

I. Marcu, suport curs electronic <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14135>

I. Marcu, O. Fratu " Mobile Communications. Applicative Aspects", Editura Politehnica Press, ISBN 978-606-9608-28-9, 129 pag, 2022 ([http://cr.uk.to/Mobile\\_Communications.pdf](http://cr.uk.to/Mobile_Communications.pdf))

I. Marcu, C.Oprea, A. Martian, O. Fratu, I. Marghescu, "Comunicatii Mobile. Aspecte teoretice si experimentale", Editura Politehnica Press, ISBN 978-606-515-837-5, 109 pag, 2018

C. Florea, "Tehnici de acces și transport în comunicații mobile", Editura Politehnica Press,, ISBN 978-606-9608-07-4, București, 2022 (online [http://cr.uk.to/edi\\_final.pdf](http://cr.uk.to/edi_final.pdf))

I. Constantin, S. Halunga, I. Marcu, "Comunicatii analogice si digitale - Culegere de probleme", Editura Electronica 2000, Bucuresti, 2010 (191 pag.), ISBN 978-973-7860-22-4

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Producerea semnalelor MA-PS	2



2	Demodularea semnalelor MA-PS	2
3	Producerea semnalelor MA	2
4	Demodularea semnalelor MA	2
5	Producerea semnalelor MF	2
6	Demodularea semnalelor MF	2
7	Producerea și demodularea semnalelor BPSK și QPSK	2
	<b>Total:</b>	14

#### Bibliografie:

- I. Marcu, suport curs electronic <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14135>
- I. Marcu, O. Fratu " Mobile Communications. Applicative Aspects", Editura Politehnica Press, ISBN 978-606-9608-28-9, 129 pag, 2022 ([http://cr.uk.to/Mobile\\_Communications.pdf](http://cr.uk.to/Mobile_Communications.pdf))
- I. Marcu, C.Oprea, A. Martian, O. Fratu, I. Marghescu, "Comunicatii Mobile. Aspecte teoretice si experimentale", Editura Politehnica Press, ISBN 978-606-515-837-5, 109 pag, 2018
- C. Florea, "Tehnici de acces și transport în comunicații mobile", Editura Politehnica Press,, ISBN 978-606-9608-07-4, București, 2022 (online [http://cr.uk.to/edi\\_final.pdf](http://cr.uk.to/edi_final.pdf))
- I. Constantin, S. Halunga, I. Marcu, "Comunicatii analogice si digitale - Culegere de probleme", Editura Electronica 2000, București, 2010 (191 pag.), ISBN 978-973-7860-22-4

#### 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale	Test de verificare la jumătatea semestrului Test verificare finală	20%
	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Test de verificare la jumătatea semestrului Test verificare finală	30%
	Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice	Test de verificare la jumătatea semestrului	20%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Realizarea de fișe de lucru aferente fiecărui laborator	Fișe de lucru	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 (SEİS)**



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

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**



Domeniul “Comunicațiilor analogice și de date” este un domeniu fundamental de a cărui înțelegere depinde cunoașterea anterioară a aspectelor legate de semnale și sisteme în telecomunicații și, ulterior, înțelegerea noțiunilor legate de domeniul comunicațiilor mobile. Înțelegerea evoluției de la modulațiile analogice la cele digitale presupune asimilarea conceptelor complexe legate de modurile realizarea a acestor modulații, schemelor de generare/recepție, parametrii de performanță și utilitatea lor. Astfel, în cadrul programului de master Telecomunicații cursul familiarizează studenții cu mare parte din aspectele existente în domeniul comunicațiilor analogice și de date crescând șansele de colaborare cu companiile de prestigiu din domeniu cu care și facultatea are diverse colaborări.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

24.09.2024

Prof. Dr. Ing. Ioana Marcu

Prof. Dr. Ing. Ioana Marcu

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea