Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Telecomunicaţii**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Comunicaţii Wireless Avansate

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Tehnici avansate de transmisiuni de date Advanced Data Transmission Technologies			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Calin Vladeanu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Calin Vladeanu			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	1		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	28
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					54
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	58.00
3.8 Total ore pe semestru	100
3.9 Numărul de credite	4

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea şi/sau promovarea următoarelor discipline: Matematici; Teoria circuitelor; Comunicaţii de date; Reţele de bandă largă.

4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoştinţe: cunoştinţe generale de teorie a semnalelor şi sistemelor, prelucrarea digitală a semnalelor, sisteme şi circuite digitale, comunicaţii de date şi simularea în MatLab a acestor sisteme.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer. Materialele pentru curs includ: cărţi pentru bibliografie, notiţe de curs şi prezentari de curs, documente de probleme propuse si rezolvate precum si alte materiale. Notitele de curs vor fi disponibile în Moodle.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă PCuri pe care să fie instalat mediul Matlab/Simulink. Ședințele de laborator sunt dedicate analizei teoretice şi experimentale a diverselor tehnici avansate de transmisiuni de date. Îndrumarul de laborator şi fişierele pentru simulare sunt disponibile în Moodle. Prezenţa la laboratoare este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare în UNSTPB). Ședințele de proiect sunt dedicate prezentării, analizei şi discuţiilor despre principiile de funcţionare, detaliilor de implementare şi testare a blocurilor din componenţa sistemelor de transmisiuni de date, incluse în cerinţele de proiect. Materialele de prezentare a temelor de proiect sunt disponibile în Moodle.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină este dedicată asimilării cunoştinţelor despre cele mai recente concepte, tehnici şi sisteme de transmisiuni de date avansate. Diverse tehnici de prelucrare şi transmitere a semnalelor de date sunt combinate cu metode de codare pentru protecţia erorilor de canal. Aceste scheme de transmisiuni de date codate reprezintă soluţiile optime Shannon în sensul capacităţii de canal. Pentru comunicaţiile de date fără fir se combină tehnici avansate de transmitere cu antene multiple MIMO cu tehnici de codare spaţiu-timp şi tehnici de codare pentru erorile de canal. Toate aceste tehnici vor fi analizate independent, dar şi în scheme combinate, în cadrul activităţilor de la curs, laborator şi proiect.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	Demonstrează că deține cunoștințe de bază/avansate în domeniul sistemelor și echipamentelor de comunicaţii radio. Corelează cunoștințele specifice domeniului transmisiunilor de date avansate cu cele ale celorlalte discipline aparținând zonei de inginerie electronică, telecomunicații și tehnologi iinformaționale. Aplică în practică cunoștințele specifice domeniului transmisiunilor de date avansate. Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare şi diagnoză a unei situaţii, în funcţie de problemele identificate/raportate, şi identifică soluţii. Argumentează si analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunostințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifica. Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris și oral. Comunicare orală și în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	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.

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 exemplelor 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.)*

Cunoştinţe	*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.* Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului. Definește noțiuni specifice domeniului. Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri. Evidențiază consecințe și relații.

Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text ştiinţific. Verifică experimental soluţii identificate. Rezolvă aplicaţii practice. Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice. Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat. Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. Analizează şi valorifică oportunităţi de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa reală (gestionarea timpului, colaborare vs. conflict).

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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi a nevoilor lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi rezolvarea de probleme.
În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, cu prezentări Power Point sau diferite videoclipuri care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accentul asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.
Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.
Această disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile lor de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor.
Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.

10. Conţinuturi

CURS

Capitolul	Conţinutul	Nr. ore
1	Introducere. Transmisiuni in banda de baza si trece-banda: - Coduri de linie pentru transmisiuni in banda de baza; - Formarea impulsurilor pentru eliminarea interferentei simbolurilor (criteriul Nyquist); - Tehnici de modulaţie: Frequency Shift Keying (FSK), Phase Shift Keying (PSK), Quadrature Amplitude Modulation (QAM); - Codarea de canal: coduri bloc, coduri convolutionale; strategii de control al erorilor: Forward Error Correction (FEC), Automatic Repeat request (ARQ)	4
2	Decodarea optima de secventa pentru coduri convolutionale: algoritmul Viterbi (decizii hard si soft); algoritmul Maximum A Posteriori (MAP).	4
3	Codarea trellis: Trellis-coded modulation (TCM), Space-Time Trellis Codes (STTC).	2
4	Coduri convolutionale concatenate: concatenarea serie si paralel, coduri Turbo si decodare iterativa, Turbo Trellis Coded Modulation (TTCM).	3
5	Coduri de densitate redusa cu verificarea paritatii - Low Density Parity Check (LDPC).	1
	Total:	14

Bibliografie:

[1] Sklar B., Harris. F., *Digital Communications. Fundamentals and Applications* – Third edition, Pearson, Addison-Wesley, 2021.
[2] Proakis J., Salehi M., *Digital Communications* – Fifth edition, McGraw-Hill, New York, 2007.
[3] Lin S., Costello D. J., *Error Control Coding* – Second edition, Pearson Education Int., Prentice Hall, 2004.
[4] Bănică I., *Comunicaţii de date*, Politehnica Press Publishing House, 2008.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Analiza spaţială a semnalelor de date modulate 1D şi 2D. Constelaţiile semnalelor şi metricile de performanţă: SNR, distanţa euclidiană, BER, SER, FER.	2
2	Transmisiuni de date de tip trece-bandă utilizând modulaţiile PSK şi QAM peste canale de bandă limitată cu zgomot AWGN – partea I. Analiza schemei bloc.	2
3	Transmisiuni de date de tip trece-bandă utilizând modulaţiile PSK şi QAM peste canale de bandă limitată cu zgomot AWGN – partea a-II-a. Analiza de performanţe utilizând diagrama ochiului şi BER.	2
4	Modulaţia codată 8PSK – regulile Ungerboeck pentru proiectarea unui trellis; câştigul de codare.	2
5	Exemple de scheme MIMO codate spaţiu-timp (STC). Asocierea STC cu modulaţia codată. Estimarea distanţei de câştig de codare (CGD – Coding Gain Distance).	2

6	Transmisiuni de date în banda de bază utilizând tehnici MIMO cu codare bloc de tip spațiu-timp în combinație cu modulația codată peste canal cu fading Rayleigh și zgomot AWGN – partea I. Analiza schemei bloc.	2
7	Transmisiuni de date în banda de bază utilizând tehnici MIMO cu codare bloc de tip spațiu-timp în combinație cu modulația codată peste canal cu fading Rayleigh și zgomot AWGN – partea a-II-a. Analiza de performanțe: BER și FER.	2
	Total:	14

PROIECT

Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Definirea cerințelor subiectelor/temelor de proiect. Ca o cerință generală, studenții trebuie să scrie propriul cod Matlab pe care să îl testeze, luând în considerare atât expresiile analitice (pentru referințele teoretice), cât și metode experimentale pentru simulare, corespunzătoare schemelor de transmisiuni codate. Scheme diferite, cu valori diferite ale parametrilor constructivi, dar și cu cerințe de proiectare diferite sunt alocate echipelor diferite de studenți (maxim 2 studenți în fiecare proiect/temă).	2
2	Coduri convolutionale: matricea generatoare, descrierea trellis si polinomiala, distanta Hamming.	2
3	Decodarea de secventa: un exemplu pentru decodarea Viterbi.	2
4	Decodarea de secventa: un exemplu pentru decodarea MAP.	2
5	Un exemplu de concatenare paralela si puncturare pentru o schema Turbo-TCM.	2
6	Discuții individuale programate pentru fiecare echipă de studenți pentru analiza codului de testare prin simulare și a rezultatelor obținute.	2
7	Fiecare echipă de studenți transmite documentele finale, care includ prezentarea fișierelor de simulare, dar și a rezultatelor obținute. Fiecare proiect este evaluat și notele finale sunt postate în Moodle.	2
	Total:	14

Bibliografie:

[1] – [4].
[5] Vlădeanu C., Bănică I., Popescu S., *Data Communications Systems and Networks*, Printech Publishing House, 2007.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală

11.4 Curs	-cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale; - descrierea şi analiza teoretică a tehnicilor si sistemelor avansate de transmisiuni de date; - analiza diferenţiată a performanţelor tehnicilor şi metodelor teoretice;	Examinarea finală se realizează prin lucrare scrisă. Subiectele includ prezentări teoretice şi exerciţii de calcul (în modul de prezentare de la curs). Modalitățile de testare vor fi atât sub formă de test cu variante multiple, dar și cu descriere de tip eseu.	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator -cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale predate; - abilităţi de evaluare experimentală a diverselor scheme de transmisiuni de date. - prezenţa şi activitatea studenţiilor pe durata orelor de laborator.	Predarea prin email a două rapoarte de laborator și două teste scrise de verificare, anunţate, în săptămânile: 6 şi 10, având valenţe atât teoretice cât şi practice (fiecare pereche raport + test de laborator reprezintă 20% din nota finală).	40%
	Proiect - capacitatea aplicării teoriei la rezolvarea unor probleme legate de sistemele de transmisiuni de date, într-un context practic specific. - dezvoltarea unor soluţii proprii de proiectare, implementare şi evaluare experimentală a tehnicilor specifice de prelucrare si transmisiune a semnalelor de date. - scrierea unui program original în Matlab, Python, C++ sau un alt mediu de programare similar pentru a îndeplini cerinţele proiectului.	Temele sunt individuale (per echipă de 1-2 studenți) şi includ cerinţe teoretice şi practice. Termenul de predare a proiectului este în săptămâna 13.	20%
11.6 Condiţii de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul aferent activității de laborator. Obținerea a 50% din punctajul total.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

Sistemele actuale de comunicaţii fără fir utilizează tehnici avansate de transmisiuni de date, care combină metode de prelucrare de semnal cu metode de codare/decodare pentru corecţia erorilor în vederea optimizării capacităţii canalului în sensul teoremei lui Shannon. Prin activităţi specifice de învăţare, studenţii îşi dezvoltă abilităţi de a rezolva diverse probleme inginereşti şi de a propune soluţii de îmbunătăţire a performanţelor sistemelor de comunicaţii avansate fără fir.

Cursul are un conţinut similar cu alte cursuri din cadrul unor programe de master similare organizate la Universitatea din Oulu, Finlanda, dar şi alte universităţi din spaţiul european.

Programa cursului răspunde cerinţelor actuale de organizare şi dezvoltare, subscrise evoluţiei europene şi mondiale în domeniul tehnologiei informaţiei şi comunicaţiilor (ICT). Prin activităţile de laborator, proiect şi curs se dezvoltă abilităţi de management ingineresc, considerând situaţii teoretice şi practice cu care studenţii se pot confrunta în viaţa reală, pentru a-şi spori contribuţia la îmbunătăţirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Calin Vladeanu	Prof. Dr. Calin Vladeanu

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea