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	Tehnologii Multimedia pentru Producţia de Conţinut în Domeniul Audiovizualului şi Comunicaţiilor

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Prelucrarea şi codarea semnalelor vocale Processing and encoding of voice signals			
2.2 Titularul activităţilor de curs				S.l./Lect. Dr. Victor Popa			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				S.l./Lect. Dr. Victor Popa			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	4		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	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
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					52
Tutorat					0
Examinări					6
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 materiilor Semnale şi Sisteme, Prelucrarea digitală a semnalelor.
4.2 de rezultate ale învăţării	Cunoştinţe de bază privind operarea in mediul Matlab, cunoştinţe generale de semnale şi sisteme, precum şi de prelucrarea numerică a semnalelor

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

5.1 Curs	Sală de curs cu proiector.

5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezenţa obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în UNSTPB). Sală de laborator cu calculatoare, Matlab şi căşti.

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.)*

Cursul îşi propune ca pornind de la caracteristicile semnalului audio să prezinte progresiv metode şi sisteme utilizate în codare şi compresie. Teoria şi aplicaţiile prezentate se referă atât la stocarea eficientă cât şi la sistemele moderne de comunicaţii/distribuţie audio digitale, accentul principal fiind pe codarea semnalelor vocale.

Aplicaţiile îşi propun să fundamenteze prin experiment noţiunile teoretice prezentate în cadrul cursului. De asemenea sunt evidenţiate şi studiate comparativ capabilităţile şi performanţele diverselor soluţii de compresie vocală de bandă largă. Cursantul va fi capabil să configureze corect şi eficient astfel de soluţii de compresie.

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	• Capacitatea de a înţelege, selecţiona, proiecta şi implementa algoritmi specifici de compresie a semnalelor vocale de bandă largă; • Capacitatea de a modela şi analiza în profunzime semnalului vocal; • Capacitatea de a configura optim echipamente hardware şi software pentru codare vocală de bandă largă; • Capacitatea de a înţelege limitările algoritmilor implicaţi în codarea vocală; • Capacitatea de a înţelege şi recunoaşte parţial artefactele introduse prin compresie; • Capacitatea de a extinde şi reutiliza bagajul de cunoştinţe (legate de prelucrarea digitală a semnalelor) dobândit la acest curs pentru aplicaţii diverse care depăşesc aria compresiei audio; • Familiarizarea cu principalelor formate de codare vocală folosite în comunicaţii.
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 învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* • Enumeră cele mai importante metode de codare a semnalelor audio vocale; • Defineşte noţiuni specifice domeniului; • Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/structuri de codare vocală; • Evidenţiază consecinţe şi relaţii.
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; • Utilizează argumentat principii specifice în vederea analizei semnalelor audio vocale; • Lucrează productiv în echipă; • Verifică experimental soluţii identificate; • Rezolvă aplicaţii practice de codare a semnalelor audio; • Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate; • Analizează şi compară diverşii algoritmi de codare a semnalelor audio şi video; • Formulează concluzii la experimentele realizate; • Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare.

Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și 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 situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat; • Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică; • Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale; • Conştientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială); • Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor 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 situațiilor 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 studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile 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, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmuleţe care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.

Acestă disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile 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.

Materialele de curs sunt: notele şi prezentările de curs, capitole de carte scrise cu detalierea conceptelor de la curs. Toate materialele fiind disponibile în format electronic.

În cadrul laboratorului predarea se bazează pe folosirea platformelor scrise de laborator; metoda de comunicare orală utilizată este metoda problematizării, utilizate frontal. Studenţii simulează, implementează, testează şi evaluează independent aceleaşi probleme prin utilizarea echipamentelor audio, a calculatorului şi a mediului software. Materialele didactice sunt platformele de laborator.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere. 1.1. Cerinţe şi caracteristici pentru sistemele de codare vocală/audio. 1.2 Principii utilizate în compresie. Codarea sursei versus codarea perceptuală. 1.3 Prezentarea generală a capitolelor cursului şi evidenţierea legăturilor dintre acestea. Prezentarea rolului şi contribuţiei fiecărui capitol la atingerea obiectivelor cursului.	2
2	Mărimi pe termen scurt 2.1. Mărimi pe termen scurt derivate din caracteristici pe termen lung 2.2. Algoritmi pentru determinarea caracteristicilor pe termen scurt 2.3. Funcţia de autocorelaţie pe termen scurt pentru semnale reale 2.4. Densitatea spectrală de putere pe termen scurt 2.5. Funcţia de intercorelaţie pe termen scurt şi densitatea spectrală de putere corespunzătoare 2.6. Diferenţa medie de amplitudine pe termen scurt 2.7. Rata pe termen scurt a trecerilor prin zero 2.8. Energia şi puterea pe termen scurt	4
3	Filtrare optime pentru estimarea liniară a formei semnalelor staţionare 3.1. Filtre optime MS. Filtre Wiener. 3.2. Principiul de ortogonalitate. Sistemul de ecuaţii Wiener-Hopf 3.3. Analiza şi proprietăţile funcţiei de cost. Comentarii 3.4. Filtre LS	4
4	Predicţia liniară 4.1. Reprezentarea semnalelor cu ajutorul inovaţiilor 4.2. Descompunerea Wold. Albirea – bază pentru compresia semnalelor 4.3. Predicţia liniară antegradă. Filtrul de eroare a predicţiei antegrade 4.4. Predicţia liniară retrogradă. Filtrul de eroare a predicţiei retrograde 4.5. Implementarea filtrelor FIR de eroare a predicţiei. Structura transversală. Structura latice 4.6. Algoritmi pentru determinarea eficientă a soluţiei optime. Algoritmul Levinson-Durbin. Algoritmul Schur 4.7. Funcţiile de transfer ale filtrelor de eroare a predicţiei. Proprietăţi	4
5	Analiza liniar predictivă a semnalului vocal 5.1. Modelul ideal pentru producerea semnalului vocal 5.2. Modelul simplificat AR, pentru producerea semnalului vocal 5.3. Proprietăţi de independenţă între semnalul vocal şi excitaţie 5.4. Determinarea parametrilor AR 5.5. Determinarea componentei de fază minimă prin predicţie liniară	2

6	Codarea formei semnalului vocal 6.1. Modulaţia impulsurilor în cod (PCM). Cuantizarea uniformă şi neuniformă 6.2. Codarea predictivă (DPCM) 6.3. Modulaţia Delta. Modulaţia Delta Adaptivă	2
7	Codarea parametrică a semnalului vocal. Vocodere 7.1. Principiile codării parametrice. Modele de sinteză 7.2. Vocoderul canal 7.3. Vocoderul homomorfic (cepstral) 7.4. Vocodere liniar predicitive (LPC) 7.5. Vocoderul liniar predictiv cu excitaţie reziduală (RELP) 7.6. Vocoderul de fază 7.7. Vocoderul MBE (Multiband excitation)	5
8	Codarea hibridă 8.1. Modele de sinteză a semnalului vocal pentru codarea hibridă 8.2. Analiza prin sinteză 8.3. Ponderarea perceptuală a erorii de sinteză 8.4. Codecul LPC multipuls (MP-LPC) 8.5. Codecul RPE. Codecul GSM FR 8.6. Codecul CELP 8.7. Codecuri CELP Standardizate (ITU-T G728 LD CELP, G729 CS-ACELP, G723.1, QCELP, VSELP)	5
	Total:	28

Bibliografie:

- C. Negrescu. „Codarea semnalului vocal”, Ediţia 2, Ed. Printech. Bucureşti 2005,
- C. Negrescu. „Codecuri perceptuale audio mono şi multicanal”, Ed. Printech. Bucureşti 2004
- Das, A. ”Waveform Encoding. In: Digital Communication. Signals and Communication Technology”, Ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Mărimi pe termen scurt	2
2	Filtrare optime pentru estimarea liniară a formei semnalelor staţionare. Filtrarea Wiener. Sistemul de ecuaţii Wiener-Hopf	2
3	Predicţia liniară 1. Sist de ec Wiener-Hopf extins. Proprietăţile şi implementarea filtrelor de eroare a predicţiei	2
4	Predicţia liniară 2. Algoritmul Levinson-Derbin. Structura transversală. Structura latice	2
5	Codarea formei. Codarea predictivă	2
6	Codoare parametrice. Studiu comparativ	2
7	Codoare hibride. Studiu comparativ	2
	Total:	14

Bibliografie:

- C. Negrescu. „Experimente numerice fundamentale privind analiza şi prelucrarea semnalelor vocale”, Ediţia 2, Ed. Printech. Bucureşti 2004,
- C. Negrescu. „Codarea semnalului vocal”, Ediţia 2, Ed. Printech. Bucureşti 2005,
- C. Negrescu. „Codecuri perceptuale audio mono şi multicanal”, Ed. Printech. Bucureşti 2004
- Das, A. ”Waveform Encoding. In: Digital Communication. Signals and Communication Technology”, Ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Reproducerea noţiunilor teoretice fundamentale; Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; Analiza diferenţială a tehnicilor şi metodelor teoretice.	2 Teste pe parcurs şi examenul final	70%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoaşterea şi implementarea a algoritmilor asociaţi filtrării optimale Wiener, predicţiei liniare, codării predictive. Cunoaşterea metodelor de codare a formei, parametrică și hibridă a semnalului vocal;	Teme practice la fiecare laborator	30%
11.6 Condiții de promovare			
50% din punctajul compus din teste şi laborator.			

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)

Aplicațiile și sistemele multimedia au cunoscut o dezvoltare explozivă în ultimii ani, iar astăzi reprezintă o parte componentă a vieții noastre. Alături de telecomunicații au devenit nucleul dezvoltării societății moderne. În acest context cunoașterea tehnicilor și algoritmilor utilizați în compresia semnalului audio devine un obiectiv important. În prezent în industrie există o cerere importantă de ingineri calificaţi cu specializări în telecomunicații care să posede cu un fundament solid în electronică, sisteme şi tehnologia informaţiei, astfel încât să se poată menţine ritmul de dezvoltare al domeniului.

Se asigură astfel absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică modernă, de calitate şi competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universităţii Naționale de Știință și Tehnologie Politehnica București, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	S.l./Lect. Dr. Victor Popa	S.l./Lect. Dr. Victor Popa

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

