



## 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 Ciclu de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Multimedia pentru Producția de Conținut în Domeniul Audiovizualului și Comunicațiilor

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Prelucrarea și codarea semnalelor vocale Processing and coding of voice signals						
2.2 Titularul activităților de curs	Dr. ing. Amelia-Daiana SARU						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Dr. ing. Amelia-Daiana SARU						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.12-04	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	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					52
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					6
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea materiilor Semnale și Sisteme, Prelucrarea digitală a semnalelor.
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe de bază privind operarea în mediul Matlab, cunoștințe generale de semnale și sisteme, precum și de prelucrarea numerică a semnalelor

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

5.1 Curs	Sală de curs cu proiector.
----------	----------------------------



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în UNSTPB). Sală de laborator cu calculatoare, Matlab și căști.
-----------------------------------	--

**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.*)

Cursul își propune ca pornind de la caracteristicile semnalului audio să prezinte progresiv metode și sisteme utilizate în codare și compresie. Teoria și aplicațiile prezentate se referă atât la stocarea eficientă cât și la sistemele moderne de comunicații/distribuție audio digitale, accentul principal fiind pe codarea semnalelor vocale.

Aplicațiile își propun să fundamenteze prin experiment noțiunile teoretice prezentate în cadrul cursului. De asemenea sunt evidențiate și studiate comparativ capacitățile și performanțele diverselor soluții de compresie vocală de bandă largă. Cursantul va fi capabil să configureze corect și eficient astfel de soluții de compresie.

**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>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacitatea de a înțelege, selecționa, proiecta și implementa algoritmi specifici de compresie a semnalelor vocale de bandă largă;</li><li>• Capacitatea de a modela și analiza în profunzime semnalului vocal;</li><li>• Capacitatea de a configura optim echipamente hardware și software pentru codare vocală de bandă largă;</li><li>• Capacitatea de a înțelege limitările algoritmilor implicați în codarea vocală;</li><li>• Capacitatea de a înțelege și recunoaște parțial artefactele introduse prin compresie;</li><li>• Capacitatea de a extinde și reutiliza bagajul de cunoștințe (legate de prelucrarea digitală a semnalelor) dobândit la acest curs pentru aplicații diverse care depășesc aria compresiei audio;</li><li>• Familiarizarea cu principalele formate de codare vocală folosite în comunicații.</li></ul>
<b>Transversale (generale)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie;</li><li>• 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;</li><li>• Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică;</li><li>• Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate;</li><li>• 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.</li></ul>



**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>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.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Enumeră cele mai importante metode de codare a semnalelor audio vocale;</li><li>• Definește noțiuni specifice domeniului;</li><li>• Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri de codare vocală;</li><li>• Evidențiază consecințe și relații.</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<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).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat;</li><li>• Utilizează argumentat principii specifice în vederea analizei semnalelor audio vocale;</li><li>• Lucrează productiv în echipă;</li><li>• Verifică experimental soluții identificate;</li><li>• Rezolvă aplicații practice de codare a semnalelor audio;</li><li>• Interpretează adecvat relații de cauzalitate;</li><li>• Analizează și compară diverșii algoritmi de codare a semnalelor audio și video;</li><li>• Formulează concluzii la experimentele realizate;</li><li>• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</li></ul>



Responsabilitate  
și autonomie

*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.*

- 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;
- Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat;
- Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentască/implicare în evenimentele din comunitatea academică;
- Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale;
- Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială);
- Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător;
- Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate;
- Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața 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 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 diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Acestă 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. Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

Materialele de curs sunt: notele și 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. Studenții simulează, implementează, testează și evaluează independent aceleași probleme prin utilizarea echipamentelor audio, a calculatorului și a mediului software. Materialele didactice sunt platformele de laborator.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere. 1.1. Cerințe și 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 și evidențierea legăturilor dintre acestea. Prezentarea rolului și contribuției 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. Funcția de autocorelație pe termen scurt pentru semnale reale 2.4. Densitatea spectrală de putere pe termen scurt 2.5. Funcția de intercorelație pe termen scurt și densitatea spectrală de putere corespunzătoare 2.6. Diferența medie de amplitudine pe termen scurt 2.7. Rata pe termen scurt a trecerilor prin zero 2.8. Energia și puterea pe termen scurt	4
3	Filtrare optime pentru estimarea liniară a formei semnalelor staționare 3.1. Filtre optime MS. Filtre Wiener. 3.2. Principiul de ortogonalitate. Sistemul de ecuații Wiener-Hopf 3.3. Analiza și proprietățile funcției de cost. Comentarii 3.4. Filtre LS	4
4	Predicția liniară 4.1. Reprezentarea semnalelor cu ajutorul inovațiilor 4.2. Descompunerea Wold. Albirea – bază pentru compresia semnalelor 4.3. Predicția liniară antegradă. Filtrul de eroare a predicției antegrade 4.4. Predicția liniară retrogradă. Filtrul de eroare a predicției retrograde 4.5. Implementarea filtrelor FIR de eroare a predicției. Structura transversală. Structura latice 4.6. Algoritmi pentru determinarea eficientă a soluției optime. Algoritmul Levinson-Durbin. Algoritmul Schur 4.7. Funcțiile de transfer ale filtrelor de eroare a predicției. Proprietăți	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. Proprietăți de independență între semnalul vocal și excitație 5.4. Determinarea parametrilor AR 5.5. Determinarea componentei de fază minimă prin predicție liniară	2



6	Codarea formei semnalului vocal 6.1. Modulația impulsurilor în cod (PCM). Cuantizarea uniformă și neuniformă 6.2. Codarea predictivă (DPCM) 6.3. Modulația Delta. Modulația 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 predictivă (LPC) 7.5. Vocoderul liniar predictiv cu excitație reziduală (RELTP) 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
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

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

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Mărimi pe termen scurt	2
2	Filtrare optime pentru estimarea liniară a formei semnalelor staționare. Filtrarea Wiener. Sistemul de ecuații Wiener-Hopf	2
3	Predicția liniară 1. Sist de ec Wiener-Hopf extins. Proprietățile și implementarea filtrelor de eroare a predicției	2
4	Predicția liniară 2. Algoritmii Levinson-Derbin. Structura transversală. Structura latice	2
5	Codarea formei. Codarea predictivă	2
6	Codare parametrice. Studiu comparativ	2
7	Codare hibride. Studiu comparativ	2
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**

- C. Negrescu. „Experimente numerice fundamentale privind analiza și prelucrarea semnalelor vocale”, Ediția 2, Ed. Printech. București 2004,
- C. Negrescu. „Codarea semnalului vocal”, Ediția 2, Ed. Printech. București 2005,
- C. Negrescu. „Codecuri perceptuale audio mono și multicanal”, Ed. Printech. București 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 noțiunilor teoretice fundamentale; Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice.	2 Teste pe parcurs și examenul final	70%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoașterea și implementarea a algoritmilor asociați filtrării optime Wiener, predicției liniare, codării predictive. Cunoașterea 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 și laborator.			

**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)**

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 calificați cu specializări în telecomunicații care să posede cu un fundament solid în electronică, sisteme și tehnologia informației, astfel încât să se poată menține ritmul de dezvoltare al domeniului.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie Politehnica București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților



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



Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Dr. ing. Amelia-Daiana SARU

Dr. ing. Amelia-Daiana SARU

Data avizării în departament

Director de departament

22.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea