



## 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)		Tehnici avansate în prelucrarea digitală a semnalelor					
(en)		Advanced Digital Signal Processing Techniques					
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Constantin PALEOLOGU					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Conf. Dr. Cristina Oprea					
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.21-03	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28.00	Din care: 3.5 curs	14	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					32
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					5
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	47.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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

4.1 de curriculum	Matematici speciale, Semnale și sisteme, Analiza și sinteza circuitelor, Proiect semnale și programare
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de matematică, semnale și programare.

### 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 tabla, videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul/proiectul se vor desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă computere, videoproiector și mobilier adecvat.

**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.)*

Scopul principal al disciplinei este de a dezvolta abilitățile studenților de a aplica cunoștințele generale despre procesarea semnalului și de a dezvolta proiecte specifice folosind un anumit limbaj orientat pe obiecte. Ne vom concentra pe procese aleatorii, sisteme adaptive, algoritmi de estimare spectrală și aplicațiile acestora. Laboratorul (în Matlab) vizează dezvoltarea tehnicilor avansate de procesare digitală, pornind de la lista de specificații și mergând până la execuție, depanare și interpretare a rezultatelor.

**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>	Conținutul disciplinei oferă cunoștințele necesare pentru a putea înțelege principiile de prelucrare avansată a semnalelor (procesele aleatoare, sisteme adaptive, estimare spectrală), ce stau la baza funcționării diverselor clase de aplicații din cadrul rețelelor integrate de telecomunicații. De asemenea, studenții vor fi capabili să analizeze și să proiecteze astfel de sisteme, înțelegând în acest fel importanța tehnologiei, dar și a aspectelor economice, legate de costul și complexitatea implementărilor.
<b>Transversale (generale)</b>	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>	<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 factice.</i> Enumeră metodele principale de prelucrare digitală avansată a semnalelor; Definește noțiunile de bază specifice domeniului; Descrie cele mai importante tehnici moderne de prelucrare a semnalelor prin intermediul sistemelor adaptive; Dezvoltă capacitatea de a extinde și utiliza bagajul de cunoștințe dobândit la curs pentru aplicații ce presupun extragerea și prelucrarea semnalului digital; Identifică principalele probleme legate de prelucrarea digitală a semnalelor în contextul sistemelor adaptive și al estimării spectrale. Dobândește abilitățile tehnice de bază necesare găsirii de soluții practice pentru problemele ce aparțin domeniului prelucrării adaptive de semnal.
-------------------	---



<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>Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. Utilizează argumentat principii specifice sistemelor adaptive. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text științific. Verifică experimental în mediul Matlab soluții identificate. Rezolvă aplicații practice în mediul Matlab. Interpretează adecvat relații de cauzalitate. Analizează și compară metodele și tehnicile ce pot fi utilizate pentru rezolvarea unei probleme practice date. Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate și 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. 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 studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică 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>

**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 de programare în Matlab, aplicațiile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări PowerPoint sau diferite materiale 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

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Cap.1. Procese aleatoare discrete în timp 1.1. Noțiuni introductive 1.2. Proprietăți generale 1.3. Răspunsul sistemelor la semnale aleatoare în timp discret 1.4. Factorizarea spectrală. Teorema lui Wold 1.5. Modelarea proceselor aleatoare	2
2	Cap.2. Sisteme adaptive 2.1. Noțiuni introductive 2.2. Teoria filtrării optimale 2.3. Filtre adaptive bazate pe minimizarea erorii medii pătratice. Algoritmi de tip LMS 2.4. Filtre adaptive bazate pe optimizarea în sensul celor mai mici pătrate. Algoritmi de tip RLS 2.5. Aplicații pentru identificarea sistemelor și reducerea interferențelor	7
3	Cap.3. Modelarea și analiza spectrală a semnalelor aleatoare 3.1. Modele ARMA 3.2. Metode clasice de estimare spectrală 3.3. Modele sinusoidale. Metode bazate pe separarea subspațiilor – MUSIC, ESPRIT. 3.4. Aplicație pentru arii de senzori.	5
	<b>Total:</b>	14

### Bibliografie:

1. Mateescu A., Ciochină S., Dumitriu N., Șerbănescu A., Stanciu L., Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997.
2. Ciochină S., Negrescu C., Sisteme adaptive, Ed. Tehnică, 1999.
3. Paleologu C., Ciochină S., Enescu A.A., Algoritmi adaptivi de tip RLS, Ed. Printech, 2007.
4. L. Weifeng Liu, J. Principe and S. Haykin, *Kernel Adaptive Filtering: A Comprehensive Introduction*, John Wiley, 2010, ISBN 0-470-44753-2
5. D. Communiello; J. C. Príncipe (2018). *Adaptive Learning Methods for Nonlinear System Modeling*. Elsevier Inc. ISBN 978-0-12-812976-0.
6. "Adaptive Filter Theory (5th Edition)", Author: Simon Haykin, Publisher: Pearson, 2014.
7. "Digital Signal Processing - Fundamentals and Applications" (Third Edition), Authors: Lizhe Tan and Jean Jiang, Publisher: Academic Press, 2019.

### LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Procese aleatoare.	2
2	Filtrarea Wiener optimală.	2
3	Algoritmi de tip LMS	2



4	Algoritmi de tip RLS	2
5	Aplicații ale algoritmilor adaptivi	2
6	Metode de estimare spectrală	2
7	Aplicații ale metodelor de estimare spectrală	2
	<b>Total:</b>	14

#### Bibliografie:

1. Mateescu A., Ciochină S., Dumitriu N., Șerbănescu A., Stanciu L., Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997.
2. Ciochină S., Negrescu C., Sisteme adaptive, Ed. Tehnică, 1999.
3. Paleologu C., Ciochină S., Enescu A.A., Algoritmi adaptivi de tip RLS, Ed. Printech, 2007.
4. L. Weifeng Liu, J. Principe and S. Haykin, *Kernel Adaptive Filtering: A Comprehensive Introduction*, John Wiley, 2010, ISBN 0-470-44753-2
5. D. Comminiello; J. C. Príncipe (2018). *Adaptive Learning Methods for Nonlinear System Modeling*. Elsevier Inc. ISBN 978-0-12-812976-0.
6. "Adaptive Filter Theory (5th Edition)", Author: Simon Haykin, Publisher: Pearson, 2014.
7. "Digital Signal Processing - Fundamentals and Applications" (Third Edition), Authors: Lizhe Tan and Jean Jiang, Publisher: Academic Press, 2019.

#### 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Criteriul 1	Examen	20%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Criteriu laborator	Referate prezentate la sfârșitul lucrărilor de laborator	80%
11.6 Condiții de promovare			
- minim 50% din punctajul de laborator; - minim 50% din punctajul total.			

#### 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)

Procesele aleatoare precum și sistemele adaptive au devenit o constantă în elaborarea și dezvoltarea de algoritmi de prelucrare digitală a semnalelor din toate domeniile industriei. Tranziția consumatorilor la sisteme digitale este completă, industria urmând îndeaproape această tendință. Industria are o cerere importantă de ingineri calificați, cu specializări legate de prelucrarea avansată de semnale și cu un fundament solid în electronică, sisteme și tehnologia informației, astfel încât să se poată menține ritmul de dezvoltare de noi produse hardware și aplicații software.

Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul de telecomunicații avansate. În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate.






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

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



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

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Prof. Constantin PALEOLOGU 	Conf. Dr. Cristina Oprea 
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 