



### 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	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Ingineria Informației

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Prelucrarea digitală a semnalelor						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Georgeta-Mihaela NEAGU						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Georgeta-Mihaela NEAGU						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	II	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.06.O.010	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	19.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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



4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none"><li>• Analiză matematică</li><li>• Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială</li><li>• Programarea calculatoarelor și limbaje de programare 1 și 2</li><li>• Matematici speciale</li><li>• Programare obiect-orientată</li><li>• Semnale și sisteme 1 și 2</li><li>• Structuri de date și algoritmi</li></ul>
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• matematică</li><li>• programare</li><li>• algoritmi</li></ul>

**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 videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	- Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector și calculatoare cu licență Matlab, toolbox "Signal Processing", Simulink - Prezența la laborator este obligatorie, așa cum prevede „Regulamentul studiilor universitare de licență” (disponibil doar în limba română) și „Regulamentul privind activitatea profesională a studenților” (disponibil doar în limba română).

**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 acestei discipline este dezvoltarea capacității de înțelegere și aplicare a cunoștințelor de prelucrarea digitală a semnalelor, în particular pentru semnale specifice comunicațiilor și tehnologia informației. Disciplina studiază principiile de baza ale prelucrării semnalelor în timp discret: teorie, algoritmi de proiectare, arhitecturi și aplicații.

**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>	<p>Demonstrează că deține <b>cunoștințe</b> de bază/avansate în domeniul prelucrării digitale a semnalelor</p> <p><b>Corelează cunoștințele</b></p> <p><b>Aplică în practică</b> cunoștințele</p> <p><b>Aplică</b> metode și instrumente standardizate, specifice domeniului prelucrării digitale a semnalelor, pentru <b>realizarea procesului de evaluare și diagnoză</b> a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și <b>identifică</b> soluții.</p> <p><b>Argumentează și analizează</b> coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului prelucrării digitale a semnalelor, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului prelucrării digitale a semnalelor, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză):</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului prelucrării digitale a semnalelor, într-o limbă străină.</p>
<b>Transversale (generale)</b>	<p><b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru <b>rezolvarea de situații problemă</b> de complexitate medie.</p> <p><b>Autonomie și gândire critică:</b> 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.</p> <p><b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de <b>inteligentă emoțională</b> 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.</p>

**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 factice.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• • <b>Enumeră</b> cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului</li><li>• • <b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului.</li><li>• • <b>Describe/clasifică</b> noțiuni/procese/fenomene/structuri.</li><li>• • <b>Evidențiază consecințe și relații.</b></li></ul>
-------------------	--



<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Aptitudini</b></p>	<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> <ul style="list-style-type: none"><li>• • <b>Selectează și grupează</b> informații relevante într-un context dat.</li><li>• • <b>Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc.</b></li><li>• • <b>Lucrează productiv în echipă.</b></li><li>• • <b>Elaborează un text științific.</b></li><li>• • <b>Verifică experimental soluții identificate.</b></li><li>• • <b>Rezolvă aplicații practice.</b></li><li>• • <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate.</li><li>• • <b>Analizează și compară metode/algoritmi specifici prelucrării digitale a semnalelor.</b></li><li>• • <b>Identifică soluții și elaborează</b> planuri de rezolvare/proiecte.</li><li>• • <b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b></li><li>• • <b>Argumentează</b> soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</li></ul>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Responsabilitate și autonomie</b></p>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>• <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>• <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare.</li><li>• <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li><li>• <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li><li>• <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li><li>• <b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li><li>• <b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li><li>• <b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li><li>• <b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate.</li><li>• <b>Demonstrează abilități de management</b> al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li></ul>

**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 conservative-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.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	C1. Analiza semnalelor. Definiție. Tipuri de semnale. Sistem de prelucrare a semnalelor analogice, incluzând un sistem digital de prelucrare. Proprietăți semnale. Secvențe: proprietăți, operații, secvențe particulare.	1
2	C2. Transformata Z Transformata Z - definiție, proprietăți, transformata Z a unor secvențe elementare. Transformata Z inversă - metode de calcul. Identificarea secvențelor descrise de relația de recursivitate cu ajutorul Transformatei Z. Transformata Hilbert în timp discret.	2
3	C3. Transformata Fourier în timp discret (TFTD). Transformata Fourier discretă (TFD) Transformarea Fourier a semnalelor în timp discret (definiții, proprietăți). Transformarea Fourier discretă (definiții, proprietăți). Transformarea Fourier rapidă	2
4	C4. Sisteme discrete în timp (reprezentări în timp, frecvență și în planul z) Sisteme liniare, sisteme invariante în timp, sisteme discrete liniare și invariante în timp – sisteme LIT. Cauzalitate, stabilitate, răspunsul la impulsul unitate, ecuații cu diferențe finite, răspunsul în frecvență al sistemelor discrete. Reprezentarea și analiza sistemelor discrete cu grafuri. Reprezentarea cu variabile de stare.	4
5	C5. Eșantionarea semnalelor. Teorema eșantionării. Eșantionarea periodică. Reprezentarea semnalelor eșantionate în domeniul frecvență. Teorema eșantionării (a lui Nyquist, Shannon, Nyquist-Shannon). Reconstituirea semnalului de bandă limitată din eșantioanele sale.	3
6	C6. Filtre digitale. Filtre cu răspuns finit la impuls (RFI) Filtre RFI cu fază liniară. Metode de sinteză a filtrelor RFI: metoda dezvoltării în serie Fourier, metoda eșantionării în frecvență, metode de optimizare	7



7	C7. Filtre cu răspuns infinit la impuls (RII). Metode de sinteză a filtrelor RII: sinteza plecând de la funcții de transfer analogice - metoda de sinteză directă (metoda poli-zero-uri), metoda invarianței răspunsului la impuls, transformarea biliniară, transformarea Z adaptată, metoda transformărilor de frecvență, în domeniul analogic/digital . Metode optime.	7
8	C8. Analiza zgomotului în sistemele discrete	2
<b>Total:</b>		28

**Bibliografie:**

11. M. Neagu – Prelucrarea Digitală a Semnalelor – Note de curs. M. Neagu – Prelucrarea digitală a semnalelor – Power Point Presentations.
22. Ungureanu Georgeta Mihaela (2013): Analiza și prelucrarea semnalelor: aplicații în ingineria biomedicală (Digital Signal Processing and Analysis: biomedical engineering applications), MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-946-3 (253 pages)
33. Georgeta-Mihaela Ungureanu - Prelucrarea digitala a semnalelor. Probleme si aplicatii Matlab (Digital Signal Processing. Problems and Matlab Applications), Ed. Matrix ROM, 2016, ISBN: 978-606-25-0247-8 (124 pages).
44. G. M. Ungureanu, Prelucrarea digitala a semnalelor, MATRIX ROM, 2008
55. Fausto Pedro Garcia Maarquez and Noor Zaman. (2013). Digital Filters and Signal Processing. Publisher: IN-TECH (January 16, 2013) (<https://www.intechopen.com/books/3198>)

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Programare. Matlab. Secvențe discrete.	4
2	Transformata Fourier discretă. Proprietăți. Sisteme discrete	4
3	Filtre cu răspuns finit la impuls.	6
4	Filtre cu răspuns infinit la impuls.	6
5	Modificarea frecvenței de eșantionare prin prelucrări digitale	4
6	Sușținerea temelor de casă, colocviu, evaluare	4
<b>Total:</b>		28

**Bibliografie:**

11. M. Neagu – Prelucrarea Digitală a Semnalelor – Note de curs. M. Neagu – Prelucrarea digitală a semnalelor – Power Point Presentations.
22. Ungureanu Georgeta Mihaela (2013): Analiza și prelucrarea semnalelor: aplicații în ingineria biomedicală (Digital Signal Processing and Analysis: biomedical engineering applications), MATRIX ROM, ISBN 978-973-755-946-3 (253 pages)
33. Georgeta-Mihaela Ungureanu - Prelucrarea digitala a semnalelor. Probleme si aplicatii Matlab (Digital Signal Processing. Problems and Matlab Applications), Ed. Matrix ROM, 2016, ISBN: 978-606-25-0247-8 (124 pages).
44. G. M. Ungureanu, Prelucrarea digitala a semnalelor, MATRIX ROM, 2008
55. Fausto Pedro Garcia Maarquez and Noor Zaman. (2013). Digital Filters and Signal Processing. Publisher: IN-TECH (January 16, 2013) (<https://www.intechopen.com/books/3198>)



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 din prima jumătate a cursului. Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice prezentate. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei parcurse la probleme specifice.	Lucrare scrisă de verificare (2 ore) dată la dată fixă (săptămâna 8 sau 9), ce acoperă 50% din curs.	35%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale din a doua jumătate a cursului. Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice prezentate. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei parcurse la probleme specifice.	Examen final scris (2 ore) dat în sesiune. Subiectele acoperă restul de 50% din materie neinclus în lucrarea de verificare.	35%
11.5 Seminar/laborator/proiect	-cunoașterea modului de proiectare a unui algoritm de PDS pentru rezolvarea unei probleme date; - cunoașterea modului de transpunere în cod [Matlab] a unui algoritm PDS;	Colocviu de laborator (2 ore) dat în ultimul laborator.	15%
	- demonstrarea funcționării unui algoritm PDS implementat.	Lucrare scrisă și proiect (2 ore)	15%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Respectarea regulilor de promovare din ghidul studentului înrolat în cadrul ETTI/UPB. Situția finală la un examen se poate încheia doar dacă studentul este prezent la examen/verificarea finală, în caz contrar studentul va fi declarat Absent și nu i se va calcula nota finală în catalog.			

## 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)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existentei în domeniul prelucrării digitale a semnalelor.
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate / cercetările proprii publicate / prezentate
- Prin activitățile disciplinei se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.
- Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației (CTI).
- Noțiunile din programa cursului de PDS au o aplicabilitate practică, fiind necesare în domenii variate precum: procesarea semnalului vocal, compresia semnalului audio, procesarea digitală a imaginilor, compresia video, recunoașterea vorbirii, comunicatii digitale, seismologie.







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 Politehnice 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. Dr. Georgeta-Mihaela NEAGU 	Prof. Dr. Ionut Pirnog
Data avizării în departament	Director de departament	
16.10.2024	Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA 	
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan	
01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea 