



### 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	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Electronică și Informatică Medicală

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Metode avansate de prelucrare a semnalelor biomedicale					
(en)							
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	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.02-10	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					63
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					6
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	69.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

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



4.1 de curriculum	<p>Pentru asimilarea de cunoștințe legate de prelucrare avansată a semnalelor este necesară parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prelucrarea digitală a semnalelor;</li><li>• Semnale, circuite, sisteme;</li><li>• Analiza matematica si Algebra.</li></ul> <p>Pentru desfășurarea activităților practice în Matlab:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prelucrarea numerica a semnalelor;</li><li>• Limbaje de programare;</li><li>• Tehnici de programare sau o alta disciplină de programare.</li></ul>
4.2 de rezultate ale învățării	<p>Acumularea cunoștințelor următoarele domenii:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• matematică</li><li>• algoritmi</li><li>• programarea obiect-orientata</li><li>• prelucrare digitală a semnalelor</li><li>• decizie și estimare</li><li>• programare (cunoașterea mediului de simulare Matlab)</li></ul>

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

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.</li></ul>
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.</li><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare având Matlab instalat</li><li>• Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de licență în UPB).</li></ul>

**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.)

Disciplina asigură dobândirea cunoștințelor avansate de prelucrări de semnale: analiza spectrală, filtrare adaptivă, transformări timp-frecvență, teoria haosului, analiza PCA și ICA, analiza multivariată. Maniera de abordare oferă studenților posibilitatea de a aborda ulterior orice problema de prelucrări de semnale unidimensionale și multidimensionale, și abilitatea de a își extinde ulterior cunoștințele în domeniul prelucrării semnalelor și de a formula problemele de prelucrare a semnalelor, în special în cazul prelucrării semnalelor medicale. Desfășurarea aplicațiilor oferă studenților posibilitatea de a se familiariza cu utilizarea tehnicilor avansate de prelucrări de semnale: analiza spectrală, filtrare adaptivă, transformări timp-frecvență, teoria haosului, analiza PCA și ICA, analiza multivariată.

**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.)

<p><b>Specifice</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrează că stăpânesc operarea cu fundamentele științelor aplicate, ingineresti și medicale, generale și de specialitate, pentru rezolvarea problemelor tehnice specifice domeniului prelucrării avansate a semnalelor.</li> <li>• Dobândesc abilitatea de a proiecta software-ul specific domeniului prelucrării avansate a semnalelor pentru echipamentele utilizate în medicină pentru diagnostic, terapie, reabilitare și protezare inteligentă.</li> <li>• Coordonează și implementează proiecte de cercetare și de execuție pentru tehnologii și echipamente medicale bazate pe prelucrarea avansată a semnalelor;</li> <li>• Utilizează produse IT dedicate prelucrării avansate a semnalelor medicale: gestionarea volumelor mari de date, analiza și prelucrarea avansată a biosemnalelor și a imaginilor medicale, dezvoltare de aplicații de mobil pentru sisteme/echipamente medicale, gestionarea datelor medicale stocate digital d.p.d.v al protecției și securității.</li> <li>• <b>Argumentează și analizează</b> coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifica.</li> <li>• <b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</li> <li>• <b>Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză):</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.</li> </ul>
<p><b>Transversale (generale)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifică nevoile de formare continuă și să utilizeze eficient sursele informaționale și resursele de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line etc.), atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională;</li> <li>• Abordează și îndeplinește responsabilități de lucru în echipă multidisciplinară cu asumarea de roluri și poziții pe diferite paliere ierarhice;</li> <li>• <b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru <b>rezolvarea de situații problemă</b> de complexitate medie.</li> <li>• <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.</li> <li>• <b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</li> <li>• <b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</li> <li>• 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.</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><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 faptice.</i></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 specifice domeniului.</li><li>• <b>Evidențiază consecințe și relații</b> pecifice domeniului.</li></ul>
<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> <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 identificării celei mai bune soluții de prelucrare avansată a semnalelor.</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</b> aplicații practice.</li><li>• <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate.</li><li>• <b>Analizează și compară</b> posibilitățile de rezolvare a unei probleme prin soluții de prelucrare avansată a semnalelor.</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>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<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 studențească/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 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.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Considerații practice privind eșantionarea semnalelor continue	2
2	Reprezentarea cu grafuri și reprezentarea cu variabile de stare a sistemelor discrete	2
3	Transformate timp-frecvență 3.1. Transformata Fourier pe termen scurt 3.2. Transformata Wavelet; Eliminarea zgomotului cu ajutorul transformatei Wavelet 3.3. Transformări Timp-Frecvență; Transformata Wigner-Ville 3.4. Aplicații ale transformatelor timp-frecvență în analiza semnalelor biomedicale	3
4	Transformate timp-frecvență 4.1. Transformata Fourier pe termen scurt 4.2. Transformata Wavelet; Eliminarea zgomotului cu ajutorul transformatei Wavelet 4.3. Transformări Timp-Frecvență; Transformata Wigner-Ville 4.4. Aplicații ale transformatelor timp-frecvență în analiza semnalelor biomedicale	5
5	Filtrarea Wiener 5.1. Principiile de ortogonalitate 5.2. Filtre Wiener IIR și FIR Wiener 5.3. Predictia liniară. Algoritmii Levinson-Durbin 5.4. Aplicații ale filtrelor Wiener – eliminarea zgomotului din semnalele biomedicale	4



6	Filtrarea adaptiva 6.1. Algoritmul gradientului descendent 6.2. Metoda celor mai mici pătrate, in varianta recursiva 6.3. Aplicații ale filtrării adaptive – eliminarea zgomotului din semnalele biomedicale	3
7	Estimarea spectrului de putere 7.1. Introducere 7.2. Estimatori 7.3. Estimarea functiei de autocorelatie 7.4. Estimatori spectrali neparametrici 7.5. Estimatori spectrali parametrici	3
8	Analiza multivariată 8.1. Modele liniare utilizate în analiza multivariata (modelul autoregresiv multidimensional; algoritmi de estimare a coeficienților modelului) 8.2. Modele multivariate neliniare 8.3. Metode de determinarea în domeniul timp a interacțiunii dintre semnale utilizând modelul MVAR 8.4. Metode de determinarea în domeniul frecvență a interacțiunii dintre semnale utilizând modelul MVAR 8.5. Aplicații ale analizei multivariate în analiza semnalelor biomedicale	6
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

- 1♣ Neagu Georgeta-Mihaela, Metode avansate de prelucrare a semnalelor, Note de curs si prezentari Power Point, disponibile în Moodle.
- 2♣ 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) (recognized by CNCIS).
- 3♣ Najmi, Amir-Homayoon, and Todd K. Moon. 2020. Advanced Signal Processing: A Concise Guide. 1st ed. New York: McGraw Hill.  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260458930>.
- 4♣ G. M. Ungureanu, Prelucrarea digitală a semnalelor, MATRIX ROM, 2008.
- 5♣ V. P. Tuzlukov, Signal processing noise, CRC Press, 2002.
- 6♣ S. Stergiopoulos, Advanced signal processing, CRC Press LLC, 2001.

<b>LABORATOR</b>		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Utilizarea modulului Matlab GUIDE (GUI – interfața grafică Matlab)	2
2	Semnale și sisteme discrete. Transformata Z, transformata Z inversă, TFD	2
3	Proiectarea filtrelor numerice FIR și IIR	4
4	Sisteme multirate. Decimarea. Interpolarea	2
5	Prelucrarea statistica a semnalelor. Analiza spectrală a semnalelor	2
6	Analiza multivariată	2
	<b>Total:</b>	14
<b>PROIECT</b>		



Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Realizarea unei aplicații de prelucrare avansată a semnalelor medicale în grupuri de maxim 2 studenți.	14
	<b>Total:</b>	14

#### Bibliografie:

1. Neagu Georgeta-Mihaela, Metode avansate de prelucrare a semnalelor, Note de curs și prezentări Power Point, disponibile în M avansatș oodle.
2. 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) (recognized by CNCIS).
3. Najmi, Amir-Homayoon, and Todd K. Moon. 2020. Advanced Signal Processing: A Concise Guide. 1st ed. New York: McGraw Hill.  
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260458930>.
4. G. M. Ungureanu, Prelucrarea digitală a semnalelor, MATRIX ROM, 2008.
5. V. P. Tuzlukov, Signal processing noise, CRC Press, 2002.
6. S. Stergiopoulos, Advanced signal processing, CRC Press LLC, 2001.

#### 11. Evaluare

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. Analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice.	Lucrare scrisă	25%
	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice.	Lucrare scrisă	25%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoașterea modului de abordare a unei aplicații de prelucrare avansată a semnalelor	Lucrare scrisă și proiect	25%
	Cunoașterea modalităților de interpretare a rezultatelor obținute	Lucrare scrisă și proiect	25%
11.6 Condiții de promovare			
Respectarea regulilor de promovare din ghidul studentului înrolat în cadrul ETTI/UPB.  Obținerea a 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 (SEIS)

- Prin activitățile specifice domeniului prelucrării avansate a semnalelor propuse 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.
- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existenței în domeniul prelucrării avansate a semnalelor.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate / cercetările proprii publicate / prezentate.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof. Dr. Georgeta-Mihaela  
NEAGU

Prof. Dr. Georgeta-Mihaela  
NEAGU

*G. Neagu*

*G. Neagu*

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul  
Facultății

Decan

Prof. Dr. Mihnea Udrea