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	**Electronică Aplicată şi Ingineria Informaţiei**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Ingineria Informaţiei şi a Sistemelor de Calcul

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Prelucrarea avansată a semnalelor digitale Advanced Digital Signal Processing			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Conf. Dr. Rodica Claudia CONSTANTINESCU			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Conf. Dr. Rodica Claudia CONSTANTINESCU/ Ş.L.Dr.Ing. Bogdan ALEXANDRESCU			
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		S	2.9 Codul disciplinei	5		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2.5	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	0.5
3.4 Total ore din planul de învăţământ	35.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	7
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					34
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	40.00
3.8 Total ore pe semestru	75
3.9 Numărul de credite	3

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea şi/sau promovarea următoarelor discipline: · Semnale şi sisteme · Teoria transmisiei informaţiei · Prelucrarea digitală a semnalelor Procesoare de semnal

4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea de cunoștințe generale de analiză și sinteză a semnalelor, decizie și estimare a informațiilor, precum și programare (cunoașterea mediilor de simulare Matlab și LABVIEW). Proiectarea unor blocuri funcționale elementare pentru implementarea algoritmilor de prelucrare digitală a semnalelor.

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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în POLITEHNICA București).

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.)*

Aplicarea cunoştinţelor interdisciplinare, a metodelor şi a instrumentelor specifice ştiinţei şi ingineriei calculatoarelor, efectuarea de experimente şi interpretarea rezultatelor. Prezentarea algoritmilor şi a sistemelor pentru prelucrarea avansată a semnalelor digitale, precum şi aplicatii ale acestora.

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	Demonstrează că deţine **cunoştinţe** de bază în domeniul prelucrării digitale a semnalelor. **Aplică** metodele de bază pentru achiziţia şi prelucrarea semnalelor. **Explică si interpretează** metodele de achiziţie şi prelucrare a semnalelor. Utilizează metode şi instrumente specifice pentru analiza semnalelor. **Comunicare orală şi în scris în limba română:** utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. **Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză):** demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	**Lucrează în echipă şi comunică eficient,** coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru **rezolvarea de situaţii problemă** de complexitate medie**.** **Autonomie şi gândire critică:** abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii / identifica soluţii. **Capacitate de analiză şi sinteză**: prezintă în mod sintetic cunoştinţele 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 **inteligenţă emoţională** în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii 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*

învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele 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.* **Aplică** metodele de bază de prelucrare a semnalelor; **Implementează** unele proceduri de complexitate medie pe procesoarele de semnal; · **Aplică** cunoştinţele, conceptele şi metodele elementare privitoare la limbaje şi tehnici de programare.
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. · **Lucrează** productiv **în echipă.** · **Elaborează un text ştiinţific.** · **Rezolvă** aplicaţii practice. · **Interpretează** adecvat relaţii de cauzalitate. · **Identifică soluţii** şi **elaborează** planuri de rezolvare pentru diversele probleme propuse. **Argumentează** soluţiile identificate şi /sau modurile de rezolvare.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi 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 situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat. · Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. · Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. · Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). · Analizează şi valorifică oportunităţi de afaceri şi/sau de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. • Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor 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 directă 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.

Această 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

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Capitolul 1 1.1. Estimarea spectrului de putere. Elemente de teoria estimării. Estimarea secvenţei de autocorelaţie şi a densităţii spectrale de putere a semnalelor aleatoare. Periodograma. 1.2. Metode clasice (neparametrice) de estimare a spectrului de putere. Metode de mediere a periodogramei (metoda Bartlett, metoda Welch). Metode de netezire a periodogramei (metoda Blackman-Tukey). Performanţe. Folosirea algoritmilor TFR pentru calculul densităţii spectrale de putere. 1.3. Metode parametrice pentru estimarea spectrului de putere. Modele bazate pe o funcţie de transfer raţională. Estimarea spectrului de putere pe baza modelului autoregresiv (AR). Legătura dintre secvenţa de autocorelaţie şi parametrii modelului. Ecuaţiile Yule-Walker. Metode de estimare a parametrilor modelului. Metoda Burg. Alegerea ordinului modelului. Estimarea spectrului de putere pe baza modelării MA (mediere alunecătoare) şi a modelării ARMA. 1.4. Metode de estimare a spectrului de putere pe baza varianţei minime (metoda Capon). Metode de estimare a spectrului de putere cu algoritmi bazaţi pe analiza valorilor proprii (metoda Pisarenko, algoritmii MUSIC şi ESPRIT). Aplicaţii.	10

2	Capitolul 2 2.1. Filtre adaptive (FA). Generalităţi. Configuraţii de FA. Elemente de teoria filtrării optimale liniare. Filtre Wiener. Criteriul de optimizare. Ecuaţiile Wiener-Hopf. Principiul ortogonalităţii. Predicţia liniară. Algoritmul Levinson-Durbin. Structuri latice de FA. 2.2. FA bazate pe minimizarea erorii medii pătratice. Metoda pantei descendente maxime. Algoritmul LMS standard. Variante ale algoritmului LMS. Performanţe. 2.3. FA bazate pe metoda celor mai mici pătrate. Metoda RLS standard. Algoritmul RLS rapid. Algoritmi bazaţi pe descompunerea QR. 2.4. Aplicaţii ale FA. Eliminarea adaptivă a zgomotului. Identificarea sistemelor. Egalizarea adaptivă a canalelor de comunicaţii. Suprimarea ecoului în sistemele de comunicaţii.	6
3	Capitolul 3 3.1. Sisteme cu mai multe rate de eşantionare (sisteme multirată). Principiul sistemelor multirată. Reducerea ratei de eşantionare (decimarea cu un factor întreg). Creşterea ratei de eşantionare (interpolarea cu un factor întreg). Conversia ratei de eşantionare cu un factor raţional. 3.2. Proiectarea şi implementarea sistemelor multirată. Structuri directe de filtre RFI. Structuri de filtre polifazice. Implementări multietajate pentru conversia ratei de eşantionare. 3.3. Aplicaţii ale sistemelor multirată. Bancuri de filtre digitale. Sisteme audio digitale. Codarea pe subbenzi a semnalelor audio şi video.	6
4	Capitolul 4 4.1. Transformata Wavelet (TW). Transformata Wavelet în timp continuu (TWC). Funcţii Wavelet. 4.2. Transformata Wavelet discretă (TWD). Definiţii. Analiza multirezoluţie a lui Malat. Filtrarea multirată pentru analiza şi sinteza Wavelet. Familii de funcţii Wavelet: Daubechies, Morlet, mexican hut. Proiectarea funcţiilor Wavelet biortogonale cu fază liniară. 4.3. Aplicaţii ale transformatei Wavelet. Eliminarea zgomotului din semnalele unidimensioanle şi bidimensionale. Analiza semnalelor aleatoare. Aplicaţii în compresia imaginilor.	6
	Total:	28

Bibliografie:

1. CONSTANTINESCU Rodica-Claudia, „Prelucrarea avansată a semnalelor digitale”, suport de curs electronic, https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9664
2. John Proakis and Dimitris Manolakis, “Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications”, Ed. Macmillan, USA.
3. Glenn Zelniker and Fred Taylor, “Advanced Digital Signal Processing”, Ed. Marcel Dekker, USA.
4. Alfred Martens, “Signal Analysis. Wavelets, Filter Banks, Time-Frequency Transforms and Applications”, Ed. John Wiley and Sons Ltd., England.
5. Michael Corinthios, “Signals, Systems, Transforms and Digital Signal Processing with MATLAB”, Ed. CRC Press, 2009.
6. http://www.ti.com

LABORATOR		
Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**

1	Laborator 1. Studiul metodelor neparametrice de estimare a spectrului de putere al semnalelor aleatoare (periodograma simplă, metodele Bartlett, Welch, Blakman-Tukey). Studiu de caz: analiza semnalelor de vibraţie a blocului motor în vederea detecţiei autoaprinderii la motoarele auto cu aprindere prin scânteie.	1
2	Laborator 2. Studiul metodelor parametrice de estimare a spectrului de putere al semnalelor aleatoare (modelarea AR, MA, ARMA).	1
3	Laborator 3. Studiul FA. Algoritmii LMS şi RLS. Modelarea Simulink. Aplicaţie: eliminarea adaptivă a zgomotului din semnalele unidimensionale şi bidimensionale.	1
4	Laborator 4. Aplicaţii ale FA. Egalizarea adaptivă a canalelor de comunicaţii. Eliminarea ecoului. Folosirea modelelor Simulink.	1
5	Laborator 5. Proiectarea şi experimentarea sistemelor multirată. Decimarea şi interpolarea. Programe în MATLAB. Aplicaţii.	1
6	Laborator 6. Folosirea transformatei Wavelet pentru analiza semnalelor aleatoare.	1
7	Laborator 7. Test final	1
	Total:	7

Bibliografie:

1. CONSTANTINESCU Rodica-Claudia, „Prelucrarea avansată a semnalelor digitale”, suport de curs electronic, https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9664
2. John Proakis and Dimitris Manolakis, “Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications”, Ed. Macmillan, USA.
3. Alfred Martens, “Signal Analysis. Wavelets, Filter Banks, Time-Frequency Transforms and Applications”, Ed. John Wiley and Sons Ltd., England.
4. Michael Corinthios, “Signals, Systems, Transforms and Digital Signal Processing with MATLAB”, Ed. CRC Press, 2009.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Examen final	Lucrare scrisă cu subiecte care acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a procedeelor de prelucrare avansată a semnalelor digitale.	40%

11.5 Seminar/laborator/proiect	Teme de casă	Teme de casă după fiecare capitol şi/sau lucrare de laborator.	30%
	Laborator	Activitatea din cadrul lucrărilor de laborator este evaluată prin verificarea modului de rezolvare de către fiecare student în parte a aplicaţiilor practice realizate în cadrul lucrărilor de laborator. Colocviul final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică şi o componentă practică. Componenta teoretică este verificată prin test grilă; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de rezolvare (implementare, testare, funcţionare) de către student a unei probleme practice rezolvată folosind programul MATLAB.	30%
11.6 Condiţii de promovare			
· Obţinerea a 50% din punctajul total aferent laboratorului. · Obţinerea a 50% din punctajul total aferent disciplinei.			

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)

Prin activităţile desfăşurate, studenţii dezvoltă abilităţi de a oferi soluţii unor probleme şi de a propune idei de îmbunătăţire a situaţiei existenţei în domeniul prelucrării digitale a semnalelor.

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

Procedeele de prelucrarea digitală a semnalelor au o deosebită importanţă în tehnica electronică actuală, în care o mare parte a semnalelor este transferată în domeniul numeric (digital). Din această perspectivă la formarea specialiştilor din domeniul ingineriei electronice, telecomunicaţii şi tehnologii informaţionale, dar şi a celor de la specializările din domeniul de calculatoare şi tehnologia informaţiei, planul de învăţământ prevede discipline sau module de discipline care au ca subiect prelucrarea digitală a semnalelor.

Programa cursului răspunde concret cerinţelor actuale de dezvoltare şi evoluţie, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul de Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale (IETTI). În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, de la aplicaţii de “consum”, domeniul de prelucrare a imaginilor satelitare, domeniul automatizărilor industriale şi altele.

Prin activităţile desfăşurate se asigură absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale si o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universităţii POLITEHNICA Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor.

Data completării Titular de curs Titular(i) de aplicaţii

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

21.09.2026	Conf. Dr. Rodica Claudia CONSTANTINESCU	Conf. Dr. Rodica Claudia CONSTANTINESCU
		Ş.L.Dr.Ing. Bogdan ALEXANDRESCU

Data avizării în departament	Director de departament
	Conf.Dr.Ing. Bogdan Cristian FLOREA
Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea