



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	Ingineria Informației și 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 activităților de curs	Conf. Dr. Ing. Rodica-Claudia CONSTANTINESCU						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Ș.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	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.19-05	2.10 Tipul de notare	Nota		

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților 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 învățământ	35.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	7
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					34
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none">Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline:Semnale și sistemeTeoria transmisiei informațieiPrelucrarea digitală a semnalelorProcesoare 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. 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.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în POLITEHNICA București).

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.*)

Aplicarea cunoștințelor interdisciplinare, a metodelor și a instrumentelor specifice științei și ingineriei calculatoarelor, efectuarea de experimente și interpretarea rezultatelor. Prezentarea algoritmilor și a sistemelor pentru prelucrarea avansată a semnalelor digitale, precum și aplicații ale acestora.

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.*)

Specifice	Demonstrează că deține cunoștințe de bază în domeniul prelucrării digitale a semnalelor. Aplică metodele de bază pentru achiziția și prelucrarea semnalelor. Explică și interpretează metodele de achiziție și prelucrare a semnalelor. Utilizează metode și instrumente specifice pentru analiza semnalelor. Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă și comunică eficient , coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. 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. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele 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 inteligentă 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.

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 exemplilor 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.)

Cunoștințe	<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 factice.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Aplică metodele de bază de prelucrare a semnalelor;• Implementează unele proceduri de complexitate medie pe procesoarele de semnal;• Aplică cunoștințele, conceptele și metodele elementare privitoare la limbaje și tehnici de programare.
Aptitudini	<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">• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.• Lucrează productiv în echipă.• Elaborează un text științific.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare pentru diversele probleme propuse.• Argumentează soluțiile identificate și /sau modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 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.• 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).• Analizează și valorifică oportunități de afaceri și/sau de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. <ul style="list-style-type: none">• 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.

Această 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	Capitolul 1 1.1. Estimarea spectrului de putere. Elemente de teoria estimării. Estimarea secvenței de autocorelație și a densității 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). Performanțe. Folosirea algoritmilor TFR pentru calculul densității spectrale de putere. 1.3. Metode parametrice pentru estimarea spectrului de putere. Modele bazate pe o funcție de transfer rațională. Estimarea spectrului de putere pe baza modelului autoregresiv (AR). Legătura dintre secvența de autocorelație și parametrii modelului. Ecuțiile Yule-Walker. Metode de estimare a parametrilor modelului. Metoda Burg. Alegerea ordinului modelului. Estimarea spectrului de putere pe baza modelării MA (mediere alunecătoare) și a modelării ARMA. 1.4. Metode de estimare a spectrului de putere pe baza varianței minime (metoda Capon). Metode de estimare a spectrului de putere cu algoritmi bazați pe analiza valorilor proprii (metoda Pisarenko, algoritmi MUSIC și ESPRIT). Aplicații.	10



2	Capitolul 2 2.1. Filtre adaptive (FA). Generalități. Configurații de FA. Elemente de teoria filtrării optime liniare. Filtre Wiener. Criteriul de optimizare. Ecuațiile Wiener-Hopf. Principiul ortogonalității. Predicția 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. Performanțe. 2.3. FA bazate pe metoda celor mai mici pătrate. Metoda RLS standard. Algoritmul RLS rapid. Algoritmi bazați pe descompunerea QR. 2.4. Aplicații ale FA. Eliminarea adaptivă a zgomotului. Identificarea sistemelor. Egalizarea adaptivă a canalelor de comunicații. Suprimarea ecoului în sistemele de comunicații.	6
3	Capitolul 3 3.1. Sisteme cu mai multe rate de eșantionare (sisteme multirate). Principiul sistemelor multirate. Reducerea ratei de eșantionare (decimarea cu un factor întreg). Creșterea ratei de eșantionare (interpolarea cu un factor întreg). Conversia ratei de eșantionare cu un factor rațional. 3.2. Proiectarea și implementarea sistemelor multirate. Structuri directe de filtre RFI. Structuri de filtre polifazice. Implementări multietajate pentru conversia ratei de eșantionare. 3.3. Aplicații ale sistemelor multirate. Bancuri de filtre digitale. Sisteme audio digitale. Codarea pe subbenzi a semnalelor audio și video.	6
4	Capitolul 4 4.1. Transformata Wavelet (TW). Transformata Wavelet în timp continuu (TWC). Funcții Wavelet. 4.2. Transformata Wavelet discretă (TWD). Definiții. Analiza multirezoluție a lui Malat. Filtrarea multirate pentru analiza și sinteza Wavelet. Familii de funcții Wavelet: Daubechies, Morlet, mexican hat. Proiectarea funcțiilor Wavelet biortogonale cu fază liniară. 4.3. Aplicații ale transformatei Wavelet. Eliminarea zgomotului din semnalele unidimensionale și bidimensionale. Analiza semnalelor aleatoare. Aplicații 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 Corinthis, “Signals, Systems, Transforms and Digital Signal Processing with MATLAB”, Ed. CRC Press, 2009.
6. <http://www.ti.com>

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	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 vibrație a blocului motor în vederea detecției 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 și RLS. Modelarea Simulink. Aplicație: eliminarea adaptivă a zgomotului din semnalele unidimensionale și bidimensionale.	1
4	Laborator 4. Aplicații ale FA. Egalizarea adaptivă a canalelor de comunicații. Eliminarea ecoului. Folosirea modelelor Simulink.	1
5	Laborator 5. Proiectarea și experimentarea sistemelor multirată. Decimarea și interpolarea. Programe în MATLAB. Aplicații.	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 și explicitarea prin exerciții și probleme a procedeeleor de prelucrare avansată a semnalelor digitale.	40%



11.5 Seminar/laborator/proiect	Activitatea la laborator si teme de casa	Activitatea din cadrul lucrărilor de laborator este evaluată prin verificarea modului de rezolvare de către fiecare student în parte a aplicațiilor practice realizate în cadrul lucrărilor de laborator, plus teme de casa după fiecare lucrare de laborator.	30%
	Colocviu de laborator	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică este verificată prin test grilă; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de rezolvare (implementare, testare, funcționare) de către student a unei probleme practice rezolvată folosind programul MATLAB.	30%
11.6 Condiții de promovare			
· Obținerea a 50% din punctajul total aferent disciplinei.			

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 existenței 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 etc.

Procedeele de prelucrarea digitală a semnalelor au o deosebită importanță în tehnica electronică actuală, în care o mare parte a semnalelor este transferată în domeniul numeric (digital). Din această perspectivă la formarea specialiștilor din domeniul ingineriei electronice, telecomunicații și tehnologii informaționale, dar și a celor de la specializările din domeniul de calculatoare și tehnologia informației, planul de învățământ prevede discipline sau module de discipline care au ca subiect prelucrarea digitală a semnalelor.

Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul de Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale (IETTI). În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, de la aplicații de “consum”, domeniul de prelucrare a imaginilor satelitare, domeniul automatizărilor industriale și altele.

Prin activitățile desfășurate se asigură 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 POLITEHNICA 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



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



Conf.Dr.Ing. Rodica Claudia
CONSTANTINESCU

Ș.L.Dr.Ing. Bogdan
ALEXANDRESCU

Data avizării în departament Director de departament

29.10.2024

Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

29.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea