



### 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	Licență
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Prelucrarea digitală a semnalelor Digital Signal Processing						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. Dr. Ing. Rodica-Claudia CONSTANTINESCU						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Conf. Dr. Ing. Rodica-Claudia CONSTANTINESCU / Ș.L. Dr. Ing. Bogdan ALEXANDRESCU						
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	D	2.9 Codul disciplinei	04.D.06.O.110	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					16
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					3
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	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Teoria transmisiunii informației; Semnale și sisteme; Decizie și estimare în prelucrarea informațiilor; Analiza și sinteza circuitelor.
-------------------	--



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 mediului de simulare Matlab).
--------------------------------	--

**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 licență 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.*)

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului de Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale/specializarea Electronică Aplicată și își propune să prezinte și să familiarizeze studenții cu bazele teoretice pentru studiul semnalelor și a sistemelor. În cadrul acestei discipline sunt analizate metodele de reprezentare a semnalelor și a sistemelor discrete în timp, metodele de proiectare a algoritmilor de prelucrare (corelație, filtrare digitală, transformata Fourier directă) și de implementare a sistemelor de prelucrare digitală. În plus, sunt prezentate diverse aplicații ale metodelor de prelucrare digitală a semnalelor.

**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>	<b>Demonstrează că deține</b> cunoștințe de bază în domeniul prelucrării digitale a semnalelor. <b>Aplică</b> metodele de bază pentru achiziția și prelucrarea semnalelor. <b>Explică</b> și interpretează metodele de achiziție și prelucrare a semnalelor. Utilizează metode și instrumente specifice pentru analiza semnalelor. <b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. <b>Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză):</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
<b>Transversale (generale)</b>	<b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b> , coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. <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. <b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. <b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. <b>Pune în practică elemente de inteligență 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.



**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> <p><b>Aplică</b> metodele de bază de prelucrare a semnalelor; <b>Implementează</b> unele proceduri de complexitate medie pe procesoarele de semnal; <b>Aplică</b> cunoștințele, conceptele și metodele elementare privitoare la limbaje și tehnici de programare.</p>
<b>Aptitudini</b>	<p>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).</p> <p><b>Selectează</b> și grupează informații relevante într-un context dat. <b>Lucrează</b> productiv în echipă. <b>Elaborează un text științific.</b> <b>Rezolvă</b> aplicații practice. <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate. <b>Identifică soluții</b> și elaborează planuri de rezolvare pentru diversele probleme propuse. <b>Argumentează</b> soluțiile identificate și /sau modurile de rezolvare.</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <p><b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează. <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate. <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare. <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat. <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. <b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. <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). <b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri</b> și/sau de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. <b>Demonstrează</b> abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</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, 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	Reprezentarea semnalelor și a sistemelor în timp discret. Semnale discrete în timp. Secvențe elementare. Operații cu secvențe. Convoluția și corelația secvențelor Sisteme discrete liniare și invariante în timp. Reprezentarea sistemelor discrete în domeniul timp: funcția pondere a sistemului discret, ecuații cu diferențe finite. Reprezentarea în domeniul frecvență: răspunsul în frecvență al sistemului discret. Determinarea răspunsului sistemelor în domeniul timp și frecvență. Cauzalitate. Stabilitate.	2
2	Transformata Z directă și inversă. Metode de calcul a transformatei Z. Proprietăți ale transformatei Z. Teorema lui Parseval. Transformata Z unilaterală. Funcția de transfer a sistemului discret. Calculul răspunsului sistemului cu ajutorul transformatei Z. Sisteme cu fază minimă. SDLIT cu fază liniară și fază liniară generalizată. Particularizare pentru sisteme cauzale. Legătura dintre domeniul Z și domeniul frecvență.	4
3	Discretizarea și refacerea semnalelor continue. Conversia A/D: modelul convertorului A/D, eșantionarea, cuantizarea, codarea. Teorema eșantionării și implicațiile practice ale acestei teoreme. Erorile de cuantizare. Coduri pentru reprezentarea semnalelor digitale. Conversia D/A. Metode de reconstrucție a semnalului analogic. Realizarea convertoarelor A/D și D/A. Implicații practice.	3
4	Structuri de sisteme în timp discret. Diagrama bloc pentru reprezentarea ecuațiilor liniare cu diferențe finite. Structuri de bază pentru filtrele cu răspuns infinit la impuls (RII). Structuri de bază pentru sistemele cu răspuns finit la impuls (RFI). Structuri pentru sisteme RFI cu fază liniară.	3
5	Algoritmi pentru prelucrarea numerică a semnalelor. Transformata Fourier discretă (TFD): definiție, proprietăți, legătura cu transformata Fourier continuă. Algoritmi rapizi de calcul a TFD. Exemple: algoritmi în baza doi, algoritmul lui Goertzel, algoritmul Winograd. Aspecte practice ale calculului TFD.	3



6	Proiectarea filtrelor digitale. Specificarea filtrelor în domeniul timp și frecvență. Filtre cu fază minimă. Caracteristicile filtrelor digitale cu fază liniară. Metode de sinteză a filtrelor cu răspuns finit la impulsul unitate (RFI), cu fază liniară: metoda seriei Fourier, metoda ferestrelor, metode de proiectare optime în sens Cebîșev. Metode de sinteză a filtrelor cu răspuns infinit la impulsul unitate (RII): metode bazate pe transformări, metode de sinteză directe, metode de sinteză optime.	5
7	Efectele lungimii finite a cuvintelor la implementarea algoritmilor de prelucrare digitală a semnalelor. Implementarea filtrelor digitale. Efectul cuantizării semnalelor la intrare. Cuantizarea semnalelor în procesul de calcul. Efectul cuantizării coeficienților algoritmului de prelucrare. Oscilații de ciclu limitat. Efectele lungimii finite a cuvintelor în calculul TFD	4
8	Implementarea algoritmilor de prelucrare digitală a semnalelor. Structura sistemelor de prelucrare. Sisteme pentru achiziția datelor. Realizarea unității centrale de prelucrare. Sisteme de prelucrare cu procesoare digitale de semnal și cu microcontrolere. Studiu de caz: sisteme de procesoare TMS 320C25 și TMS320C30 (Texas Instruments). Aplicații: filtru numeric, sistem de comandă numeric cu filtru adaptiv.	4
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

1. CONSTANTINESCU Rodica-Claudia, „Prelucrarea digitală a semnalelor”, suport de curs electronic, <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14630>
2. Michael Corinthis, “Signals, Systems, Transforms and Digital Signal Processing with MATLAB”, Ed. CRC Press, 2009.
3. John Proakis and Dimitris Manolakis, “Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications”, Ed. Macmillan, USA.
4. Mihaela Ungureanu, C. Munteanu, Adriana Dumitraș, Rodica Vieru, „Prelucrarea digitală a semnalelor. Aplicații Matlab”, Editura Matrix ROM, 2003.
5. Vasile N. Lăzărescu, „Prelucrarea digitală a semnalelor”, Ed. AMCO Press, București, 1994.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Matlab: Prezentarea laboratorului. Secvențe. Operații cu secvențe. Exerciții practice.	2
2	Matlab: Calculul răspunsului SD-LIT folosind convoluția și ecuațiile cu diferențe finite. Exerciții practice.	4
3	Matlab: Răspunsul în frecvență al SD-LIT.	2
4	Matlab: Calculul TFD pentru secvențe periodice. Implementarea algoritmilor TFR.	4
5	Matlab: Proiectarea filtrelor RFI cu fază liniară.	4
6	Matlab: Proiectarea filtrelor RII.	4
7	Matlab: Analiza efectelor reprezentării cu precizie finită a cuvintelor la implementarea filtrelor digitale.	2
8	Matlab: Analiza efectelor reprezentării cu precizie finită a cuvintelor la implementarea TFD.	2



9	Matlab: Prezentarea sistemului cu microcontrolerul Atmel -ATNGW100 (AVR32). Studiul unor aplicații cu sistemul realizat cu microcontroler Atmel - ATNGW100 (AVR32)	2
10	Colocviu final de laborator	2
	<b>Total:</b>	<b>28</b>

**Bibliografie:**

1. CONSTANTINESCU Rodica-Claudia, „Prelucrarea digitală a semnalelor”, suport de curs electronic, <https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=14630>
2. Michael Corinthis, “Signals, Systems, Transforms and Digital Signal Processing with MATLAB”, Ed. CRC Press, 2009.
3. John Proakis and Dimitris Manolakis, “Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications”, Ed. Macmillan, USA.
4. Mihaela Ungureanu, C. Munteanu, Adriana Dumitraș, Rodica Vieru, „Prelucrarea digitală a semnalelor. Aplicații Matlab”, Editura Matrix ROM, 2003.
5. Vasile N. Lăzărescu, „Prelucrarea digitală a semnalelor”, Ed. AMCO Press, București, 1994.

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Lucrare de verificare pe parcurs, fără degrevare	Lucrare scrisă cu subiecte care acoperă primele 4 capitole, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin exerciții și probleme a procedeelelor de prelucrare digitală a semnalelor.	30%
	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 procedeelelor de prelucrare digitală a semnalelor.	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Colocviu final de laborator	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică este verificată printr-un test scris, iar componenta practică este evaluată prin verificarea modului de rezolvare (implementare, testare, funcționare) de către student a unei probleme practice în Matlab.	30%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total aferent laboratorului. 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 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 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 (PDS).

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 Naționale de Știință și Tehnologie 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

Conf. Dr. Ing. Rodica Claudia  
CONSTANTINESCU

Conf. Dr. Ing. Rodica-Claudia  
CONSTANTINESCU

Ș.L. Dr. Ing. Bogdan  
ALEXANDRESCU

Data avizării în  
departament

Director de departament

04.11.2024

Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



Data aprobării în  
Consiliul Facultății

Decan

04.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea