



### 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	Comunicații Mobile

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Tehnici avansate de prelucrare digitala a semnalelor						
(en)								
2.2 Titularul activităților de curs			Prof. Dr. Cristian Anghel					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator			Prof. Dr. Cristian Anghel					
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	DS		2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.08-03		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	1.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	35.00	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	21
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					
Tutorat					
Examinări					
Alte activități (dacă există):					
3.7 Total ore studiu individual	65.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Prelucrare Digitala a Semnalelor Semnale si Sisteme Matematici Speciale
4.2 de rezultate ale învățării	Cunostinte despre algoritmi adaptivi

#### 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. 60% din activitate poate fi online, pe Teams, cu materiale partajate pe Moodle.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform Regulamentului privind organizarea și desfășurarea procesului de învățământ universitar de licență în UNSTPB din București) 35% din activitate poate fi online, pe Teams, cu materiale partajate pe Moodle.

**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.*)

Prezentarea unor algoritmi moderni de prelucrare digitală a semnalelor. Prezentarea unor aplicații specifice ale acestora în ansamblul tehnologiilor și echipamentelor actuale de telecomunicații.

Crearea abilităților de a aplica cunoștințele generale privind tehnicile moderne de prelucrare digitală a semnalelor în diverse aplicații practice. Prezentarea algoritmilor specifici. Utilizarea prelucrării digitale în tehnologiile și echipamentele moderne de telecomunicații. Abilități de analiză, simulare, proiectare și testare a unor blocuri funcționale. specifice.

**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>	Utilizarea algoritmilor și tehnicilor avansate de prelucrare a semnalelor în proiectarea echipamentelor de comunicații. Utilizarea unor medii de simulare (Matlab) pentru analiza și prelucrarea digitală a semnalelor. Proiectarea unor blocuri funcționale de prelucrare digitală a semnalelor.
<b>Transversale (generale)</b>	Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale.

**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>	<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>  <b>Enumeră</b> cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului. <b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului. <b>Describe/clasifică</b> noțiuni/procese/fenomene/structuri. <b>Evidențiază consecințe și relații</b>
-------------------	--



<p><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>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>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><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 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	Transformata Hilbert Condiții de unilateralitate. Definiția Transformatei Hilbert în timp și în frecvență. Aplicații specifice în comunicații (modulatoare și demodulatoare BLU, translația în frecvență)	2.5
2	Semnale aleatoare discrete în timp. Revizuire a cunoștințelor privind procesele stohastice. Definiția și proprietățile matricei de autocorelație a unui proces aleatoriu discret în timp.	1
3	Introducere în teoria filtrării adaptive Conceptul de sistem adaptiv. Parametri de performanță și funcții cost. Configurații de bază și aplicații specifice în comunicații.	1.5
4	Teoria filtrării optimale. Ecuația Wiener Hopf, principiul ortogonalității. Aplicație – predicția liniară. Proprietăți ale filrelor erorii de predicție. Realizare în forma transversală și în forma latice. Algoritmul Levinson – Durbin.	2.5
5	Algoritmi adaptivi bazați pe minimizarea erorii medii pătratice. Minimizare iterativă bazată pe metoda pantei descendente maxime. Algoritmul LMS. Algoritmul NLMS. Algoritmul proiecțiilor afine (APA)	2.5
6	Algoritmi adaptivi bazați pe minimizare în sensul celor mai mici pătrate Funcția cost eroare pătratică medie ponderată. Algoritmul RLS	1
7	Estimare spectrală Metode parametrice pentru estimarea componentelor spectrale, bazate pe separarea spațiilor definite de vectorii proprii ai matricei de autocorelație. Separarea subspațiilor semnal și zgomot. Metoda Pisarenko. Metoda MUSIC. Metoda ESPRIT. Metoda Capon	2
8	Problema estimării direcțiilor de incidență în raport cu o arie de senzori. Aplicabilitatea în domeniul undelor electromagnetice și în domeniul undelor acustice. Șiruri liniare și uniforme de antene. Analogia cu filtrele cu răspuns fimit la impuls. Preluarea prin analogie a metodelor parametrice de estimare spectrală, pentru determinarea direcțiilor de incidență.	1
	<b>Total:</b>	14



**Bibliografie:**

- Note de curs. Disponibile anual pe Moodle
- Ad. Mateescu, S. Ciochină, N. Dumitriu, Al. Șerbănescu, L. Stanciu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997.
- S. Ciochină, C. Negrescu, Sisteme adaptive, Ed. Tehnică, 1999.
- C. Paleologu, S. Ciochină, A. Enescu, Algoritmi adaptivi de tip RLS, Ed. Printech2007
- C. Paleologu, J. Benesty, S. Ciochină, Sparse Adaptive Filters for Echo Cancellation, Ed. Morgan & Claypool Publishers, 2010
- S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2002.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Laborator 1 Filtre Hilbert. Sinteză, evaluare, aplicații	4.5
2	Laborator 2 Algoritmi adaptivi de gradient (LMS, NLMS, APA)	4.5
3	Laborator 3 Algoritmi RLS. Aplicații ale filtrării adaptive – compensare de ecou, reducere de interferențe.	4.5
4	Laborator 4 Metode parametrice de estimare spectrală	4.5
5	Laborator 5 Colocviu final de laborator	3
	<b>Total:</b>	

**Bibliografie:**

- Note de curs. Disponibile anual pe Moodle
- Ad. Mateescu, S. Ciochină, N. Dumitriu, Al. Șerbănescu, L. Stanciu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997.
- S. Ciochină, C. Negrescu, Sisteme adaptive, Ed. Tehnică, 1999.
- C. Paleologu, S. Ciochină, A. Enescu, Algoritmi adaptivi de tip RLS, Ed. Printech2007
- C. Paleologu, J. Benesty, S. Ciochină, Sparse Adaptive Filters for Echo Cancellation, Ed. Morgan & Claypool Publishers, 2010
- S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2002.

**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 de analiză, sinteză, implementare a structurilor utilizate în prelucrarea digitală a semnalelor;	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	20
	- cunoașterea modului de aplicare a metodelor de analiză și proiectare și însușirea abilității de testare prin simulare a acestor tehnici.	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	20
	- Analiza critică și comparativă a tehnicilor și modelelor teoretice	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	10
11.5 Seminar/laborator/proiect	-aprecierea în rezolvarea individuală, independentă a problemelor propuse;	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	20
	- aprecierea pentru înțelegerea unor noțiuni și concepte fundamentale de prelucrare digitală a semnalelor.	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	10
	- cunoașterea modului de utilizare a posibilităților oferite de mediul MATLAB pentru proiectarea, analiza, simularea semnalelor și a sistemelor în timp discret sau digitale;	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	20
11.6 Condiții de promovare			



- aplicarea algoritmilor adecvați pentru rezolvarea unei probleme reale de prelucrare digitală și implementarea structurilor aferente;- evaluarea funcționării unei soluții simple pentru o problemă de proiectare și analiză a sistemelor digitale.

**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)**

Competențele acumulate permit înțelegerea noilor tehnologii de comunicații și a proiectării echipamentelor aferente Este o disciplină care completează cunoștințele de bază în domeniul larg al prelucrării semnalelor, cu accent pe semnalele aleatoare discrete în timp.

Se asigură astfel absolvenților ciclului de învățământ universitar de master competențe în concordanță cu necesitățile calificărilor actuale, precum și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită după absolvire o angajare rapidă. Acest lucru este conform politicii Universității POLITEHNICA din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite absolvenților.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

14.10.2024

Prof. Dr. Cristian Anghel

Prof. Dr. Cristian Anghel

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea