



## 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 Ciclu de studii                   | Licență                                                                |
| 1.6 Specializarea                     | Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații                               |

### 2. Date despre disciplină

|                                                    |                                   |                       |               |                       |      |                         |    |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)<br>(en)             | Prelucrarea digitală a semnalelor |                       |               |                       |      |                         |    |
| 2.2 Titularul activităților de curs                | Prof. Dr. Silviu Ciochină         |                       |               |                       |      |                         |    |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator | Prof. Dr. Andrei Anghel           |                       |               |                       |      |                         |    |
| 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.210 | 2.10 Tipul de notare  | Nota |                         |    |

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

|                                                                                                                                                                                                                                      |       |                    |      |                       |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|------|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână                                                                                                                                                                                                        | 5     | Din care: 3.2 curs | 2.00 | 3.3 seminar/laborator | 3   |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ                                                                                                                                                                                               | 70.00 | Din care: 3.5 curs | 28   | 3.6 seminar/laborator | 42  |
| Distribuția fondului de timp:                                                                                                                                                                                                        |       |                    |      |                       | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe<br>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate<br>Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri |       |                    |      |                       | 14  |
| Tutorat                                                                                                                                                                                                                              |       |                    |      |                       | 0   |
| Examinări                                                                                                                                                                                                                            |       |                    |      |                       | 2   |
| Alte activități (dacă există):                                                                                                                                                                                                       |       |                    |      |                       | 0   |
| 3.7 Total ore studiu individual                                                                                                                                                                                                      | 30.00 |                    |      |                       |     |
| 3.8 Total ore pe semestru                                                                                                                                                                                                            | 100   |                    |      |                       |     |
| 3.9 Numărul de credite                                                                                                                                                                                                               | 4     |                    |      |                       |     |

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

|                                |                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 de curriculum              | Matematici speciale, Semnale și sisteme, Analiza și sinteza circuitelor |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe generale de matematică, semnale și programare                |

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

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 5.1 Curs                          | Nu este cazul                     |
| 5.2 Seminar/<br>Laborator/Proiect | Prezența obligatorie la laborator |



**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 metodelor fundamentale de analiză, sinteză, implementare a structurilor utilizate în prelucrarea 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>               | Aplicarea metodelor uzuale de achiziție și prelucrare digitală a semnalelor analogice. Utilizarea unor medii de simulare (Matlab) pentru analiza și prelucrarea digitală a semnalelor. Proiectarea unor blocuri funcționale elementare 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 exemplelor 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>                    | 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.<br>Crearea abilităților de a aplica cunoștințele generale privind tehnicile de prelucrare digitală a semnalelor în diverse aplicații practice. Prezentarea algoritmilor specifici. Utilizarea prelucrării digitale în diverse domenii tehnice. Utilizarea mediului MATLAB în general și în mod special în simularea algoritmilor și a schemelor de prelucrare digitală a semnalelor |
| <b>Aptitudini</b>                    | 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).<br>Abilități de analiză, proiectare și testare a unor blocuri funcționale specifice prelucrării digitale a semnalelor                                                                                                                                     |
| <b>Responsabilitate și autonomie</b> | Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**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.)



Prezentarea cursului cu videoproiectorul și aplicații specifice la tablă. Documentație oferită pe platforma Moodle. Rezolvarea unor probleme tipice, prin calcul analitic în cadrul seminarului. Lucrările de laborator constau în utilizarea algoritmilor de analiză, sinteză, proiectare prezentate la curs pe cazuri specifice, utilizând mediul Matlab.

## 10. Conținuturi

| CURS      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Capitolul | Conținutul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Nr. ore |
| 1         | Semnale și sisteme discrete în timp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3       |
| 2         | Filtre numerice cu răspuns finit la impuls (FIR). Proprietăți specifice. Filtre FIR cu fază liniară. Proiectare prin metoda ferestrelor. Proiectare prin metoda eșantionării în domeniul frecvență. Metode de proiectare bazate pe minimizarea erorii în domeniul frecvență.                                                                               | 8       |
| 3         | Filtre numerice cu răspuns infinit la impuls (IIR). Particularități ale filtrelor IIR. Metode indirecte de proiectare a filtrelor numerice IIR: proiectarea prototipului analogic, metode de transformare a prototipului analogic în filtru numeric, transformări de frecvență.                                                                            | 6       |
| 4         | Structuri de filtre numerice. Realizarea filtrelor FIR în forma directă, transpusă, latice. Realizarea filtrelor IIR în formele directă, realizările în cascadă și în paralel, realizarea în forma latice. Criteriul Shur-Cohn.                                                                                                                            | 6       |
| 5         | Sisteme multirată. Decimare. Interpolare. Modificarea fracționară a ratei de eșantionare. Echivalențe în circuitele multirată. Realizări eficiente ale filtrelor de decimare și interpolare. Aplicații ale sistemelor multirată: bancuri de filtre, convertoare sigma-delta, transmultiplexoare, codare în subbenzi.                                       | 12      |
| 6         | Algoritmi rapizi pentru convoluție și transformare Fourier discretă (DFT) Convoluții liniare și ciclice: reprezentări, procedee de secționare, algoritmi rapizi. Transformarea Fourier discretă – caracteristici generale Algoritmi FFT în baza doi cu decimare în timp și cu decimare în frecvență. Algoritmi cu baze mixte, algoritmul factorilor primi. | 7       |
| Total:    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |

### Bibliografie:

S. Ciochină, R.M. Udrea, "Digital signal processing techniques for telecommunications", Editura Printech, ISBN 978-606-23-0677-9, 2016.

C. Paleologu, M. Udrea, A. Enescu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Îndrumar de laborator, Editura „Electronica 2000”, 2004.

Ad. Mateescu, S. Ciochină, N. Dumitriu, Al. Șerbănescu, L. Stanciu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997.

J. G. Proakis, D. G. Manolakis: Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications, Prentice Hall, 2007, 4th edition

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer: Discrete-time signal processing, Prentice Hall, 1999, 2nd edition

### LABORATOR

| Nr. crt. | Conținutul | Nr. ore |
|----------|------------|---------|
|----------|------------|---------|



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



|               |                                                                           |   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|---|
| 1             | Introducere. Semnale în timp discret. Reprezentarea spectrului semnalelor | 4 |
| 2             | Sisteme discrete - proprietăți generale                                   | 4 |
| 3             | Filtre cu răspuns finit la impuls                                         | 4 |
| 4             | Filtre cu răspuns infinit la impuls                                       | 4 |
| 5             | Structuri de filtre digitale                                              | 4 |
| 6             | Sisteme multirată                                                         | 4 |
| 7             | Verificare finală laborator                                               | 4 |
| <b>Total:</b> |                                                                           |   |

**SEMINAR**

| Nr. crt.      | Conținutul                                       | Nr. ore |
|---------------|--------------------------------------------------|---------|
| 1             | Semnale în timp discret – transformări specifice | 3       |
| 2             | Proiectarea filtrelor FIR                        | 3       |
| 3             | Proiectarea filtrelor IIR                        | 2       |
| 4             | Structuri de filtre numerice                     | 2       |
| 5             | Sisteme multirată                                | 4       |
| <b>Total:</b> |                                                  |         |

**Bibliografie:**

S. Ciochină, R.M. Udrea, “Digital signal processing techniques for telecommunications”, Editura Printech, ISBN 978-606-23-0677-9, 149 pag., 2016

R.M. Udrea, D. N. Vizireanu, “Procesoare de semnal în comunicații - algoritmi și aplicații”, Editura Electronica 2000, ISBN 978-973-7860-20-0, 185 pag., 2009

Ad. Mateescu, S. Ciochină, N. Dumitriu, Al. Șerbănescu, L. Stanciu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Tehnică, 1997;

C. Paleologu, M. Udrea, A. Enescu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Îndrumar de laborator, Editura „Electronica 2000”, 2004.

Sanjit K. Mitra - Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach, McGraw Hill Higher Education, 2006, 3rd edition

**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 fundamentale de analiză, sinteză, implementare a structurilor utilizate în prelucrarea digitală a semnalelor;<br>- cunoașterea modului de aplicare a metodelor de analiză și proiectare a sistemelor digitale | Lucrare de control în săptămâna a 8-a<br>Teste grilă date la curs | 30                           |
|                | - analiza sistemelor multirată și a aplicațiilor aferente<br>- caracteristicile algoritmilor rapizi pentru calculul TFD                                                                                                                | Examen final susținut în sesiunea de examene                      | 30                           |



|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                  |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11.5<br>Seminar/laborator/proiect                                                                                             | - aprecierea în rezolvarea individuală, independentă a problemelor propuse;<br>- aprecierea pentru înțelegerea unor noțiuni și concepte fundamentale de prelucrare digitală a semnalelor. | - Rezolvarea problemelor în timpul orelor de seminar;<br>- Rezolvarea problemelor în cadrul unui test la seminar | 15 |
|                                                                                                                               | - cunoașterea modului de utilizare a posibilităților oferite de mediul MATLAB pentru proiectarea, analiza, simularea semnalelor și a sistemelor în timp discret sau digitale              | - teste practice pe calculator în timpul laboratorului                                                           | 25 |
| 11.6 Condiții de promovare                                                                                                    |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                  |    |
| Promovarea laboratorului cu minim 50% din punctajul aferent.<br>Obținerea a minim 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 (SEIS)**

Competențele acumulate permit înțelegerea noilor tehnologii de comunicații și a echipamentelor aferente. Este o disciplină care oferă cunoștințele de bază în domeniul larg al prelucrării semnalelor, care se continuă în anul patru și în numeroase programe de master, prin alte cursuri, referitoare la subdomenii specifice, cum sunt prelucrarea imaginilor, prelucrarea semnalelor multimedia, aplicații în electronica medicală. Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, cursul fiind orientat, 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

Prof. Dr. Andrei Anghel

Data avizării în departament

Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan



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

