

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. DATE DE IDENTIFICARE

**Titlul Disciplinei: Prelucrarea Semnalelor**

**Titular de disciplină: Prof. Dan ȘTEFĂNOIU**

**Tipul: pregătire de specialitate**

**Număr ore curs:  $3 \times 14 = 42$  ore**

**Număr ore aplicații:  $2 \times 14 = 28$  ore/semigrupă**

**Numărul de puncte de credit: 5**

**Semestrul: 7**

**Pachetul B: Automatică și ingineria sistemelor**

**Precondiții – parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline:**

- **Matematica și Fizica primilor 2 ani de studiu într-o universitate tehnică.**
- **Metode Numerice.**
- **Teoria Sistemelor.**
- **Identificarea Sistemelor.**

**Acest curs constituie o bază de cunoștințe pentru următoarele discipline:**

- **Achiziția și Prelucrarea primară a datelor.**
- **Transmisia Datelor.**
- **Compresia Datelor (voce, imagini, etc.).**
- **Tehnici de Diagnoză.**

### 2. OBIECTIVELE DISCIPLINEI

- **Obiectivul acestui curs este de a introduce principalele concepte și terminologia specifică Prelucrării Semnalelor Digitale, cu deschidere către aplicații practice (în special de Compresia Datelor și Telecomunicații). Prezentarea urmărește familiarizarea studenților cu principalele tehnici de prelucrare a semnalelor bazate pe Analiza armonică de tip Fourier, clasică. Fiind un curs matematici aplicate, acesta urmărește în subsidiar familiarizarea studenților cu o manieră riguroasă, dar pragmatică de abordare a problemelor din inginerie.**
- **Obiectivul lucrărilor de laborator asociate cursului este de a oferi posibilitatea verificării prin simulare a câtorva algoritmi de implementare eficientă a Transformatei Fourier Discrete și de compresie de date. Prin aceasta, în subsidiar, se urmărește și îmbunătățirea capacităților de proiectare a unui program optimizat într-un limbaj de programare (MATLAB sau C++).**

### 3. COMPETENȚE SPECIFICE

**Cursul oferă competențe în direcția utilizării algoritmilor de bază din prelucrarea semnalelor, în diferite aplicații, cum ar fi: achiziția și prelucrarea primară a datelor, compresie și transmisie de date, estimare spectrală, filtrare numerică.**

#### 4. CONTINUTUL TEMATIC (SYLABUS)

##### a. Curs:

Capitolul	Titlu și conținut succint	Durăță [ore]
1	<b>Introducere.</b> Note istorice. Conceptul de "semnal". Clasificări ale semnalelor. Problema generală a Prelucrării Semnalelor. O soluție clasică: dezvoltarea în serie Fourier.	3
2	<b>Algebra secvențelor discrete de semnal.</b> Stabilitate. Cauzalitate. Ecuații cu diferență (grafuri de semnale, Teorema lui Tellegen).	6
3	<b>Reprezentarea în frecvență a semnalelor.</b> Tipuri de transformări ale lui Fourier (Continuă, Discretizată, Serii Fourier Continue și Discrete, Transformata Fourier Discretă). Proprietăți elementare ale Transformatei Fourier (proprietăți de convoluție și simetrie). Corelații cu Transformatele Laplace și Z.	3
4	<b>Eșantionarea semnalelor.</b> Dualitatea dintre eșantionare și interpolare. Teoreme fundamentale de eșantionare (Vallée Poussin, Shannon-Kotel'nikov, Shannon-Nyquist). Fenomenul de aliere în frecvență. Interpolarea exactă.	3
5	<b>Serii Fourier Discrete.</b> Definiție. Proprietăți de convoluție și simetrie.	3
6	<b>Transformata Fourier Discretă.</b> Dualitatea dintre secvențele de semnal periodice și cele de durată finită. Proprietăți de convoluție liniară și circulară. Proprietăți de simetrie. Reconstituirea Transformatei Z din valori ale sale pe cercul unitar.	6
7	<b>Algoritmi rapizi de tip Fourier (din clasa FFT).</b> Principiul fundamental al algoritmilor de tip FFT. Algoritmul lui Goertzel. Algoritmi cu segmentare în timp. Algoritmi cu segmentare în frecvență. Algoritmi de tip Cooley-Tukey. Algoritmi de tip Singleton. Algoritmi compoziți. Exemple de algoritmi compoziți pentru secvențe de semnal cu lungimea divizibilă cu 3 sau cu 4.	12
8	<b>Metode de analiză spectrală.</b> Problema netezirii spectrelor estimate ale semnalelor stocastice. Procedura lui Bartlett. Procedura lui Welch. Estimare spectrală autoregresivă (algoritmul Levinson-Durbin). Algoritmii MUSIC și ESPRIT pentru sinusoide corupte de zgomote importante.	6
<b>Total:</b>		<b>42</b>

##### b. Aplicații:

##### Pachetul #1 – Semnale elementare, filtrare numerică, eșantionare

No.	Titlu	Durăță [ore]
1	<b>Semnale discrete.</b>	2
2	<b>Transformata Fourier.</b>	2
3	<b>Reprezentarea în frecvență a sistemelor liniare invariante la deplasări temporale.</b>	4
4	<b>Proiectarea filtrelor FIR prin metoda ferestrei</b>	6
5	<b>Proiectarea filtrelor FIR prin optimizare</b>	6
6	<b>Proiectarea filtrelor IIR prin metode de transformare</b>	6
7	<b>Eșantionare și interpolare</b>	2
<b>Total:</b>		<b>28</b>

**Pachetul #2 – Algoritmi de tip FFT**

No.	Titlu	Durăță [ore]
1	Transformata Fourier Discretă (TFD).	2
2	Algoritmul lui Goertzel.	4
3	Algoritmul FFT cu segmentare în timp.	14
4	Algoritmul FFT cu segmentare în frecvență.	8
<b>Total:</b>		<b>28</b>

**Pachetul #3 – Algoritmi fundamentali de compresia datelor**

No.	Titlu	Durăță [ore]
1	Introducere în Compresia Datelor.	2
2	Algoritmul Shannon-Fano.	4
3	Algoritmul Huffman static.	8
4	Algoritmul Huffman dinamic.	14
<b>Total:</b>		<b>28</b>

**Pachetul #4 – Prelucrarea elementară a imaginilor cu undine**

No.	Titlu	Durăță [ore]
1	Introducere în compresia de imagini.	2
2	Aplicarea unei transformate de culoare.	2
3	Aplicarea unei Transformate Undină.	2
4	Aplicarea metodei de compresie-codificare Huffman dinamic în cazul particular al imaginilor.	8
5	Metoda Golomb-Rice.	4
6	Cîteva metode de cuantificare a imaginilor. Transformata Undină bi-ortogonală.	10
<b>Total:</b>		<b>28</b>

**Notă:** Grupele de studenți pot alege oricare dintre pachetele oferite.

**5. EVALUAREA****a) Activitățile evaluate și ponderea fiecăreia**

Cele 100 de puncte de bază alocate în vederea examinării studenților sunt împărțite în 3 categorii: 40 de puncte pentru proiect, 10 puncte pentru participarea (inter)activă la curs și laborator, elaborarea de lucrări științifice de cercetare și idei originale (din aria cursului), premii/distincții și 50 de puncte pentru prestația din timpul examenului. În cazul nepromovării, punctajul de la proiect și cel suplimentar se conservă pînă la promovare, dar punctajul de la examen se reconstruiește de la 0 (zero) la fiecare reexaminare. Studenții au posibilitatea de a-și mări punctajul de la laborator (dar în limita celor 40 de puncte), între reexamnări successive, cu respectarea termenelor de predare, prin efectuarea unor lucrări de laborator suplimentare.

**b) Cerințele minimale pentru promovare**

- Elaborarea și predarea laboratoarelor la termenele specificate în cursul semestrului.
- Rezultatele obținute de un student trebuie să fie originale și nu copiate sau preluate de la alte persoane.
- Punctajul minim de admitere în examen: 25 de puncte (laborator+activitate).
- Punctajul minim necesar promovării (laborator+activitate+examen) este de 50 de puncte (din cele 100).

**c) Calculul notei finale**

- Punctajul total (proiect+activitate+examen), dacă este de cel puțin 50 de puncte, se împarte la 10 și se rotunjește la întregul cel mai apropiat. În caz contrar, după împărțirea la 10, nota obținută este trunchiată la întreg. Astfel, nota variază între 0 și 10, iar un punctaj de 49 de puncte este convertit la nota 4 (care nu asigură promovarea).
- Ca o excepție de la regula de mai sus, nota 10 poate fi obținută și de către studenții care ating sau depășesc pragul de 90 de puncte.

**6. REPERE METODOLOGICE**

Cursul și laboratorul sunt prezentate într-o manieră hibridă: la bază se află o prezentare PowerPoint, dar pasajele de complexitate ridicată sau care necesită un ritm suficient de lent, sunt reluate sau dezvoltate în detaliu pe tablă.

Toată informația relativă la curs, laboratoare, punctaje, termene, examene, etc se regăsește pe pagina WEB a cursului:

<http://acs.curs.pub.ro/> .

## 7. BIBLIOGRAFIA MINIMALĂ A CURSULUI

- [HaS86] Haykin S. – *Adaptive Filter Theory*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1986.
- [JaNo84] Jayant N.S., Noll P. – *Digital Coding of Waveforms*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1984.
- [OpSc85] Oppenheim A.V., Schafer R. – *Digital Signal Processing*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1985.
- [PrMa96] Proakis J.G., Manolakis D.G. – *Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications.*, third edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1996.
- [SoSt89] Söderström T., Stoica P. – *System Identification*, Prentice Hall, London, UK, 1989.
- [StD96a]<sup>1</sup> Ștefănoiu D. – *Introducere în Prelucrarea Numerică a Semnalelor*, Centrul de multiplicare al Universității “Politehnica” din București, Romania, 1996.
- [StD96b] Ștefănoiu D. – *Tehnici de calcul în Prelucrarea Numerică a Semnalelor*, Centrul de multiplicare al Universității “Politehnica” din București, Romania, 1996.
- [StD03] Ștefănoiu D. – *Compresia datelor*, Editura Printech, București, România, 2003.
- [SCS05] Ștefănoiu D., Culiță J., Stoica P. – *Fundamentele Modelării și Identificării Sistemelor*, Editura Printech, București, România, 2005.
- [SDP10]<sup>2</sup> Ștefănoiu D., Dumitrescu B., Petrescu C.D., Dumitrașcu A., Șchiopu I. – *Algoritmi clasici și moderni în Prelucrarea Semnalelor*, în curs de apariție la Editura AGIR, București, România, 2012.

ȘEF DE CATEDRĂ

Prof. Ioan Dumitrache

TITULAR DE DISCIPLINĂ

Prof. Dan Ștefănoiu

---

<sup>1</sup> Această carte constituie suportul de curs.

<sup>2</sup> Această carte include lucrările de laborator.