

PROGRAMA ANALITICĂ
a disciplinei
Procesarea digitala a semnalelor

1. Titularul disciplinei: Prof. dr. Ing. Daniela Tărniceriu

2. Tipul disciplinei: DI 305

3. Structura disciplinei:

Semestrul	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	P		C	S	L	P	Total
	3		2		E	42		28		70

4. Obiectivele cursului:

- prezentarea noțiunilor fundamentale referitoare la analiza semnalelor și sistemelor discrete în domeniul timp, Z și frecvență
- prezentarea metodelor de eșantionare a semnalelor și spectrelor lor și refacerea acestora
- introducerea transformatei Fourier discrete, algoritmi rapizi pentru calculul ei
- prezentarea metodelor clasice pentru sinteza filtrelor discrete FIR și IIR
- introducerea structurilor pentru implementarea filtrelor discrete

5. Concordanța între obiectivele disciplinei și planul de învățământ:

Obiectivele disciplinei sunt în perfectă concordanță cu planul de învățământ, transmițând informații și formând deprinderi necesare viitorilor specialiști din domeniul electronicii, telecomunicațiilor și tehnologiei informației. La întocmirea acestei programe s-a avut în vedere integrarea disciplinei în planul de învățământ pentru specializările de Electronică aplicată și Tehnologii și sisteme de telecomunicații. Disciplina utilizează în mod specific cunoștințe și metode prezentate în cadrul disciplinelor de Matematică, Semnale, circuite și sisteme, fiind plasată adecvat în cronologia desfășurării planului de învățământ.

6. Rezultatele învățării exprimate în competențe cognitive, tehnice sau profesionale

Competențe cognitive:

Cunoașterea aprofundată a dezvoltărilor teoretice, metodologice și practice specifice tehnicilor de procesare digitală a semnalelor (semnale și sisteme discrete, analiza și sinteza sistemelor liniare, discrete invariante în timp, structuri de implementare).

Competențe generale:

- Sa fie capabil sa inteleaga critic, să explice și să interpreteze dezvoltările teoretice, metodologice și practice specifice procesării digitale a semnalelor;
- Sa aiba abilitati de comunicare specifice obiectului disciplinei;
- Sa lucreze într-un context international.

Competențe specifice:

- Să cunoască proprietățile sistemelor discrete liniare invariante în timp, să caracterizeze aceste sisteme și să afle răspunsul lor la semnale de intrare arbitrare

- Să folosească transformata Z în analiza semnalelor și sistemelor discrete și pentru obținerea răspunsului acestora la semnale de intrare arbitrare
- Să analizeze în domeniul frecvență sistemele discrete liniare invariante în timp
- Să folosească transformata Fourier discretă pentru calculul convoluției liniare
- Să folosească algoritmi rapizi pentru calculul DFT
- Să înțeleagă eșantionarea, condițiile de apariție a erorii alias, să reprezinte acestea în domeniul timp și frecvență și să refacă semnalele din eșantioanele lor
- Să înțeleagă relația dintre filtrele digitale, ecuația cu diferențe și funcția de sistem
- Să caracterizeze filtrele digitale în domeniul frecvență
- Să proiecteze filtre digitale în concordanță cu specificațiile acestora
- Să implementeze în forma directă I și II filtrele digitale FIR și IIR.

7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:

La predarea cursului se combină metoda prelegerilor și folosirea videoproietorului, cu explicația, dezbateră, studiu de caz, pentru evidențierea noțiunilor teoretice și a aplicațiilor specifice. Se realizează conexiuni cu conținutul altor discipline de specialitate, cu informații transmise anterior în cadrul disciplinei, sau aplicațiile practice ale problemei investigate.

8. Sistemul de evaluare:

Evaluarea se realizează continuu, disciplina fiind prevăzută cu *activități practice de laborator*, la care se lucrează individual. Se verifică și se discută rezultatele obținute. Activitatea de laborator se finalizează cu colocviu. Ponderea aplicațiilor în nota finală este de 20%. Pe parcursul semestrului se dau 4 teme de casa, a caror pondere este de 10% din nota finală.

Evaluarea finală se face prin teza clasică, cu durata de două ore, cu două probleme și două subiecte de teorie, cu pondere egală în nota finală a tezei. Ponderea tezei în nota finală este de 70%. Studenții au acces la relațiile necesare rezolvării problemelor.

Evaluarea continuă:

Activitatea laborator

Ponderea în nota finală: 20%, mixt

(Se evaluează în funcție de frecvența și relevanța intervențiilor orale, calitatea lucrărilor efectuate, consemnarea sistematică a informațiilor semnificative generate de student în grupul de aplicație.)

Lucrări de specialitate

Ponderea în nota finală: 10 %, mixt

(Se utilizează pentru evaluarea competențelor generale și specifice pe baza unor lucrări elaborate de student precum: rezumate, sinteze științifice, eseuri tematice, referate, proiecte, rapoarte de activitate practică sau de cercetare, studii de caz, recenzii etc.)

Evaluarea finală: Examen

Ponderea în nota finală: 70 %, traditional

Proba: teza clasică, cu durata de două ore, cu două probleme și două subiecte de teorie, cu pondere egală în nota finală a tezei..

9. Conținutul disciplinei:

a) Curs

Capitolul 1 NOȚIUNI ȘI OPERAȚII DE BAZĂ ÎN CONVERSIA ANALOG-NUMERICĂ ȘI NUMERIC/ANALOGICĂ 2h

1.1. Semnale

1.1.1. Clasificarea semnalelor

1.2. Conceptul de frecvență pentru semnale analogice și discrete

1.3. Conversia analog-numerică și numeric-analogică

Capitolul 2 SEMNALE ȘI SISTEME DISCRETE 4h

2.1. *Semnale discrete*

2.1.1. Câteva semnale discrete elementare

2.2. Clasificarea semnalelor discrete

2.3. Operații simple cu semnale discrete

2.4. Sisteme discrete

2.4.1. Clasificarea sistemelor discrete

2.4.2. Analiza sistemelor discrete, liniare, invariante în timp (SDLIT)

2.4.3. Proprietățile sistemelor discrete, liniare, invariante în timp și interconectarea acestora

2.4.4. Răspunsul SDLIT la diverse excitații

2.4.5. Cauzalitatea și stabilitatea sistemelor discrete, liniare, invariante în timp exprimată în funcție de răspunsul la impuls

2.5. Corelația semnalelor discrete

2.5.1. Corelația și autocorelația secvențelor de energie finită

2.5.2. Corelația secvențelor de putere finită

2.5.3. Corelația dintre intrarea și ieșirea unui sistem

2.6. Sisteme discrete, liniare, invariante în timp, caracterizate de ecuații cu diferențe cu coeficienți constanți

2.6.1. Soluția ecuației cu diferențe liniare cu coeficienți constanți

2.6.2. Răspunsul la impuls al sistemelor discrete, liniare, invariante în timp

Capitolul 3 TRANSFORMATA Z ȘI APLICAȚIILE EI LA ANALIZA SISTEMELOR DISCRETE, LINIARE, INVARIANTE ÎN TIMP 2h

3.1. Transformata Z bilaterală și unilaterală

3.1.1. Transformata Z directă

3.1.2. Transformata Z inversă

3.2. Proprietățile transformatei Z bilaterale și unilaterale

3.3. Analiza SDLIT în domeniul Z

Capitolul 4 ANALIZA SEMNALELOR DISCRETE ÎN DOMENIUL FRECVENȚĂ

4h

4.1. Analiza în frecvență a semnalelor analogice

4.2. Analiza în frecvență a semnalelor discrete

4.2.1. Analiza în frecvență a semnalelor discrete aperiodice

4.2.2. Spectrul densității de energie pentru semnale discrete aperiodice

4.2.3. Convergența transformatei Fourier

4.2.4. Transformata Fourier pentru semnale discrete periodice

4.2.5. Relația între transformata Fourier și transformata Z

4.2.6. Proprietățile transformatei Fourier pentru semnale discrete

Capitolul 5 ANALIZA SISTEMELOR DISCRETE ÎN DOMENIUL FRECVENȚĂ ȘI CÂTEVA METODE SIMPLE DE SINTEZA A ACESTORA

6h

5.1. Caracteristicile SDLIT în domeniul frecvență

5.1.1. Răspunsul de regim permanent al SDLIT la semnale de intrare periodice

5.2. Analiza SDLIT în domeniul frecvență

5.3. Sisteme liniare invariante în timp văzute ca filtre selective de frecvență

5.3.1. Caracteristicile filtrelor ideale

5.3.2. Cauzalitatea și implicațiile ei

5.3.3. Filtre reale selective de frecvență

Capitolul 6 EȘANTIONAREA SEMNALELOR ÎN DOMENIILE TIMP ȘI FRECVENȚĂ

5h

6.1. Eșantionarea în domeniul timp și refacerea semnalelor analogice

6.2. Eșantionarea spectrului unui semnal analogic aperiodic de durată finită

6.3. Eșantionarea spectrului unui semnal discret de durată finită

Capitolul 7 TRANSFORMATĂ FOURIER DISCRETĂ

6h

7.1. Transformata Fourier discretă pentru secvențe de durată finită

7.1.1. Câteva proprietăți ale DFT

7.2. Metode de filtrare liniară bazate pe DFT

7.3. Algoritmi pentru calculul FFT

Capitolul 8 PROIECTAREA SI IMPLEMENTAREA FILTRELOR CU RASPUNS INFINIT LA IMPULS

7h

8.1. Comparatii între filtre IIR și FIR

8.2. Proiectarea filtrelor IIR prin metoda invariantei la impuls

8.3. Proiectarea filtrelor IIR prin metoda transformării biliniare

8.5. Structuri pentru implementarea sistemelor IIR

Capitolul 9 PROIECTAREA SI IMPLEMENTAREA FILTRELOR CU RASPUNS FINIT LA IMPULS

7h

- 9.1. Filtre FIR de faza liniara
- 9.2. Proiectarea filtrelor FIR de faza liniara, folosind metoda ferestrelor
- 9.3. Proiectarea filtrelor FIR de faza liniara prin metoda esantionarii in frecventa
- 9.4. Structuri pentru implementarea sistemelor FIR

Total ore curs 42 ore

b) Aplicații

Laborator:

1. Functii Matlab folosite in prelucrarea semnalelor
2. Reprezentarea si prelucrarea secventelor
3. Semnale aleatoare
4. Convolutia semnalelor discrete
5. Sisteme discrete liniare si invariante in timp
6. Transformata Fourier discreta si aplicatii
7. Algoritmi pentru calculul convolutiei si al DFT
8. Cuantizarea semnalelor
9. Metode de proiectare a filtrelor FIR
10. Proiectarea filtrelor IIR digitale prin transformarea celor analogice
11. Metode directe de proiectare a filtrelor IIR digitale
12. Structuri de implementare a filtrelor digitale.

Total ore aplicații 28 ore

10. Bibliografie selectivă

1. Antoniou, A., *Digital Filters: Analysis and Design*, McGraw-Hill, New York, 1979.
2. Ciochină, S., *Prelucrarea numerică a semnalelor- partea I*, U. P. B., 1995.
3. Grigoraș, V., Tărniceriu, D., *Prelucrarea numerică a semnalelor*, Ed. Gh. Asachi Iași, 1995.
4. Jackson, L. B., *Digital Filters and Signal Processing*, Kluwer Academic Publisher, Hingham, 1989.
5. Mateescu, A., Ciochină, S., Dumitriu, N., Șerbănescu, A., Stanciu, N., *Prelucrarea numerică a semnalelor*, Ed. Didactică și Pedagogică, 1997.
6. Munteanu, V., *Teoria Transmisiunii Informației*, Ed. Gh. Asachi Iași, 2002.
7. Naforniță, I., Câmpeanu, A., Isar, A., *Semnale, circuite și sisteme*, Universitatea Politehnica Timișoara, 1995.
8. V. Oppenheim, R. W. Shafer, *Discrete - Time Signal Processing*, Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, 1989.

9. Papoulis, A., *The Fourier Integral and Its Application*, McGraw-Hill, New York, 1962.
10. Papoulis, A., *Signal Analysis*, McGraw - Hill, New York, 1977.
11. Papoulis, A., *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, McGraw-Hill, New York, 1984.
12. Proakis, J. G., Manolakis, D. G., *Introduction to Digital Signal Processing*, New York Macmillan, 1992.
13. Proakis, J. G., Rader, C. M., Ling, F., Nikias, C. L., *Advanced Digital Signal Processing*, Macmillan Publishing Company, 1992.
14. Tărniceriu, D., Grigoraș, V., *Prelucrarea numerică a semnalelor*, Ed. Gh. Asachi Iași, 1995.
15. D. Tărniceriu, *Filtrare digitală*, Ed. Tehnopres, Iasi 2004, ISBN 973 – 702 – 044 – 8, 2004, 331 pagini.
16. D. Tarniceriu, *Bazele prelucrării numerice a semnalelor*, Ed. Politehniun, Iași, 2008, 372 pagini, ISBN 978-973-621-196-6.
17. Vaidyanathan, P. P., *Filter Banks and Multirate Signal Processing*, Englewood Cliffs, N. J. Prentice Hall, 1993.
18. Mitra, S. K., *Digital signal Processing*, McGraw Hill, 2002.

Semnături:

Data:	Titular curs:	Prof. Dr. Ing. Daniela Tărniceriu
	Titular(i) aplicații:	Conf. Dr. Ing. Lazăr Anca
		As. Dr. Ing. Vasile Lucian Trifina