

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Inginerie Electrică
1.3 Departamentul	Electrotehnică și Măsurări
1.4 Domeniul de studii	Științe Inginerești Aplicate
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inginerie medicală (la Bistrița)
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	51.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Procesarea Semnalelor Biomedicale				
2.2 Titularul de curs	Prof. Dr. Ing. Mihai MUNTEANU Mihai.Munteanu@ethm.utcluj.ro				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof. Dr. Ing. Mihai MUNTEANU Mihai.Munteanu@ethm.utcluj.ro				
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	E
2.7 Regimul disciplinei	Categoria formativă				DS
	Opționalitate				DI

3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar	-	3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	1
3.4 Număr de ore pe semestru	56	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar	-	3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	14
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										25
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										15
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										14
(d) Tutoriat										10
(e) Examinări										5
(f) Alte activități:										-
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f)))					69					
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					125					
3.10 Numărul de credite					5					

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	✓ Introducere în Ingineria Biomedicală, Măsurarea Parametrilor Biologici, Analiză Matematică, Matematici Speciale, Teoria Sistemelor, Electronică.
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	✓ Onsite: Tabla, videoproiector, calculator; ✓ Online: Platforma Teams.
--------------------------------	--

5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	✓ Onsite: Calculatoare, Matlab, LabVIEW; ✓ Online: Platforma Teams. Prezența la laborator: obligatorie; cunoașterea noțiunilor de la curs.
---	--

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili: ✓ Să înțeleagă descompunerea unui semnal în armonici și importanța planurilor timp și frecvență în analiza unui semnal (descompunere în serii Fourier, transformate Fourier DFT, STFT); ✓ Să aplice, în funcție de caz, diferiți algoritmi matematici și de programare, pentru a extrage informația utilă dintr-un semnal (filtrări, transformate Wavelet); ✓ Să recunoască diferitele interferențe (zgomote) care apar la prelevarea semnalelor biomedicale și modul în care pot fi rejectate (filtrări FIR, IIR); calculul coeficienților de corelație.
Competențe transversale	✓ Electronică (teorema eșantionării, frecvența digitală, filtrări), Teoria sistemelor (funcții de transfer), Analiză matematică, Matematici speciale (Transformate Fourier, Wavelet, Convoluție).

6.b. Rezultatele așteptate ale învățării

Cunoștințe	Studentul / Absolventul are cunostinte de proiectare, realizare, utilizare si întreținere a dispozitivelor medicale, de standardizare în ingineria medicala.
Aptitudini	Studentul/absolventul proiectează experimente și sisteme ingineresti funcționale de complexitate mică/medie specifice. Studentul/absolventul stie sa utilizeze instrumentatia virtuala si sa proiecteze sisteme de achizitie a semnalelor biomedicale
Responsabilitate și autonomie:	Studentul / absolventul are abilitatea de a înțelege si adopta solutiile tehnologice optime precum si rezolvarea în timp real a unor situatii neprevazute Studentul / absolventul are capacitatea de a interactiona cu specialisti din alte domenii conexe

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	✓ Să dezvolte o gândire interdisciplinară, care să faciliteze aplicarea în domeniul semnalelor medicale a modalităților de procesare specifice ingineriei (electrice și electronice).
7.2 Obiectivele specifice	✓ Reconstruirea semnalelor pe baza armonicilor sale; ✓ Calculul transformatelor Fourier și înțelegerea dualității informației (planul timp și planul frecvență); teorema lui Parseval;

	✓ Ferestruirea semnalelor și curgerea spectrală. Transformata Fourier pe Durată Scurtă STFT și planul timp-frecvență; ✓ Analiza semnalelor medicale cu ajutorul transformatei Wavelet; ✓ Calculul coeficientului de corelație. Evaluarea periodicității unui semnal înecat în zgomot; ✓ Convoluția. Filtre FIR și filtre IIR; modalități de proiectare a filtrelor digitale.
--	---

8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Teorema superpoziției. Semnale elementare. Clasificarea semnalelor.		Onsite: prezentare pe baza slideurilor și la tablă, discuții; Online: Platforma Teams	
2. Aproximarea semnalelor prin dezvoltarea în serie Fourier de perioadă 2π și de perioadă $2L$. Serii Fourier de sinuși și cosinuși; serii Fourier trigonometrice, compacte și exponențiale. Exemple.			
3. Transformata Fourier pentru semnale aperiodice continue. Transformata Fourier a unui semnal aperiodic discret în timp.			
4. Transformata Fourier Discretă; teorema lui Parseval.			
5. Staționaritatea semnalelor. Analiza timp-frecvență a semnalelor prin transformata Fourier pe durată scurtă.			
6. Analiza Wavelet continuă; interpretarea transformatei Wavelet continue.			
7. Problematika zgomotului aleator în prelucrarea semnalelor biomedicale. Corelația dintre două procese. Evaluarea periodicității unui semnal înecat în zgomot.			
8-9. Sisteme liniare. Convoluția. Evaluarea convoluției prin metoda grafică și prin transformata în z . Integrala de convoluție. Teorema convoluției.			
10. Noțiuni de filtrare: filtre ideale, filtre reale. Filtre digitale FIR și IIR. Ordinul unui filtru digital. Răspunsul tranzitoriu al unui filtru.			
11-12. Definiția matematică a filtrelor FIR și IIR: ecuații și funcții de transfer. Filtre IIR practice: Butterworth, Chebyshev (I și II), Cauer.			
13. Stabilitatea filtrelor. Cercul unitate și regiunea de convergență (ROC).			
14. Proiectarea filtrelor FIR (metoda ferestruirii)			
Bibliografie			
În biblioteca UTC-N			

1. Mihai Munteanu – Simularea, procesarea și transferul datelor medicale prin tehnica Instrumentației Virtuale, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2007.
2. Corneliu Rusu, Prelucrări digitale de semnale, Ed. Mediamira, Cluj-Napoca, 2000
3. Corneliu Rusu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2000
4. Lăcrimioara Grama – Prelucrarea numerică a semnalelor. Îndrumător de laborator, UTPress, Cluj-Napoca, 2014
5. Roman N. M., Munteanu M., Măsurarea, modelarea și simularea proceselor biomedicale, Ed. Mediamira, Cluj Napoca, 2002
6. Ciupa R., Inginerie Medicală. Noțiuni Introductive, Casa Cărții de Știință, 2000.
7. Rafiroiu D., Bioelectromagnetism, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001.
8. Radu Bilcu, Corneliu Rusu, Prelucrarea numerică a semnalelor- Îndrumator de laborator, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2000

În alte biblioteci

1. Rangaraj Rangayyan. A case-study approach to solve problems in Biomedical Signal Analysis, Piscataway, NJ, march, 2000

8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Prezentarea laboratorului; protecția muncii.	2	Onsite: Se utilizează mediile de programare (Matlab/Simulink, LabVIEW); Online: Platforma Teams	- Fiecare aplicație e efectuată de către fiecare student în parte. - Discuții și interpretarea rezultatelor
2. Generarea în Matlab a semnalelor elementare (treaptă unitară, impuls unitar, rampă, sinus, exponențială reală și exponențială complexă). Probleme.	2		
3-4. Aplicații de descompunere în serii Fourier a unor semnale și recompunerea semnalului inițial pe baza armonicilor, utilizând programarea în Matlab. Probleme.	4		
5. Analiza spectrală în Matlab a semnalului de tip „box”. Funcția sinc – discuții. Aplicație Teorema lui Parseval (LabVIEW). Supraeșantionarea și replicarea spectrală (LabVIEW).	2		
6. Implementarea în Matlab a transformatei Fourier și a transformatei Fourier inverse, pentru semnale sinusoidale și pentru semnalul EKG.	2		
7. Proprietatea de simetrie a DFT. Importanța numărului N de puncte ale FFT în calculul spectrului unui semnal. Importanța numărului de perioade ale semnalului supus analizei FFT. „Shiftarea” spectrului unui semnal sinusoidal și a unui semnal EKG (Aplicații Matlab).	2		
8. Curgerea spectrală și ferestruirea semnalelor (aplicații LabVIEW). Implementarea analizei STFT pentru semnalele EKG (aplicație Matlab). Implementarea analizei wavelet pentru semnalele EKG (aplicație Matlab).	2		
9. Calculul corelației „semnal EKG și semnal EKG cu zgomot alb și zgomot de la rețea (50 Hz)” utilizând programul LabVIEW. Evaluarea în Matlab a periodicității unui semnal înecat în zgomot.	2		

10. Decibelul. Filtrarea unui semnal sinusoidal contaminat de zgomot; răspunsul tranzitoriu al unui filtru. Filtrarea unui semnal sinusoidal dintr-un semnal obținut prin însumarea a două semnale sinusoidale. Generarea unui semnal EKG din însumarea unor sinusoide și filtrarea zgomotelor suprapuse peste acest semnal EKG simulat (aplicații LabVIEW).	2		
11. Implementarea în Matlab a unui filtru medie alunecătoare. Faza liniară a filtrelor FIR.	2		
12. Proiectare filtru FIR trece jos (metoda ferestrelor, fereastra rectangulară) – implementare în Matlab.	2		
13. Proiectarea unui filtru FIR tece bandă (metoda ferestrelor, fereastra Blackman) – implementare în Matlab.	2		
14. Recuperări.	2		
Bibliografie			
În biblioteca UTC-N			
1. Mihai Munteanu – Simularea, procesarea și transferul datelor medicale prin tehnica Instrumentației Virtuale, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2007.			
2. Corneliu Rusu, Prelucrări digitale de semnale, Ed. Mediamira, Cluj-Napoca, 2000			
3. Corneliu Rusu, Prelucrarea numerică a semnalelor, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2000			
4. Lăcrimioara Grama – Prelucrarea numerică a semnalelor. Îndrumător de laborator, UTPress, Cluj-Napoca, 2014			
5. Roman N. M., Munteanu M., Măsurarea, modelarea și simularea proceselor biomedicale, Ed. Mediamira, Cluj Napoca, 2002			
6. Ciupa R., Inginerie Medicală. Noțiuni Introductive, Casa Cărții de Știință, 2000.			
7. Rafiroiu D., Bioelectromagnetism, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001.			
8. Radu Bilcu, Corneliu Rusu, Prelucrarea numerică a semnalelor- Indrumator de laborator, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2000			
În alte biblioteci			
1. Rangaraj Rangayyan. A case-study approach to solve problems in Biomedical Signal Analysis, Piscataway, NJ, march, 2000			

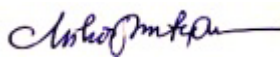
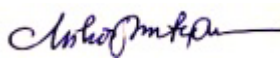
9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce predă/studiază în alte centre universitare din țară/străinătate.
--

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Gradul de acumulare a cunoștințelor teoretice	Onsite: Lucrare scrisă (se verifică acumularea cunoștințelor prezentate la orele de curs).	70%

		Online: platforma TEAMS (examen scris, grilă, oral).	
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Capacitatea de rezolvare a exercițiilor și activitatea de la ore	Întrebări (pe parcursul semestrului); evaluarea proiectului	30%
Rezolvarea corectă a unor probleme specifice			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
01.09.2022	Curs	Prof. Dr. Ing. Mihai MUNTEANU Mihai.Munteanu@ethm.utcluj.ro	
	Aplicații	Prof. Dr. Ing. Mihai MUNTEANU Mihai.Munteanu@ethm.utcluj.ro	

Data avizării în Consiliul Departamentului Electrotehnică și Măsurări Septembrie 2024	Director Departament Prof.dr.ing. Dan Doru MICU
Data aprobării în Consiliul Facultății Inginerie Electrică Septembrie 2024	Decan Conf.dr.ing. Andrei Cziker 