

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Bazele Electronicii
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Electronică Aplicată/ Inginer
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	55.20

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme fuzzy						
2.2 Aria de conținut	Inteligența artificială						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean;						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Ș.l.dr.ing. Laura Ivanciu; Drd.ing. Luminița Rostaș						
2.5 Anul de studiu	IV	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	V	2.8 Regimul disciplinei	DS/DOP

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 proiect / laborator	1/1
3.4 Total ore din planul de învățământ	125	din care: 3.5 curs	28	3.6 proiect / laborator	14/14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					26
Tutoriat					
Examinări					3
Alte activități					
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	Cunoștințe de matematică: logică matematică, funcții liniare și neliniare, matematici discrete; teoria mulțimilor; algebră booleană; utilizare mediu de dezvoltare Matlab/Simulink; cunoștințe de programare (C, Arduino)

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Amfiteatru (cu tablă și videoproiector), Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laborator, Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Conform grila RNCIS:</p> <p>C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor de bază privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare;</p> <p>C4. Proiectarea și utilizarea unor aplicații hardware și software de complexitate redusă specifice electronicii aplicate</p> <p>C5. Rezolvarea problemelor tehnologice din domeniile electronicii aplicate</p> <p>Alte competențe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificarea de situații practice în care este potrivită descrierea datelor și atributelor lor prin mulțimi și relații fuzzy - aplicarea de proceduri simple (algoritmi) de reprezentare a datelor prin mulțimi fuzzy - proiectarea, implementarea software (Matlab / microcontroler), verificarea, testarea și optimizarea sistemelor cu logică fuzzy de tip: controler; modelare de funcții; sistem expert fuzzy; sistem decizional fuzzy. - modelarea prin algoritmi matematici incertitudinea informațiilor din probleme reale și raționamentul lingvistic al experților umani cu ajutorul mulțimilor fuzzy și regulilor fuzzy - proiectare, implementarea și punerea în funcțiune (utilizând Matlab și plăci de dezvoltare cu microcontroler) a unei aplicații bazate pe sistem fuzzy
Competențe transversale	<p>CT3: Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea competențelor necesare dezvoltării și implementării diverselor aplicații bazate pe mulțimi fuzzy și/sau sisteme cu logica fuzzy
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cunoașterea și înțelegerea conceptelor de bază referitoare la logica fuzzy. 2. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților pentru reprezentarea și modelarea datelor prin mulțimi fuzzy. 3. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților pentru analiza, dezvoltarea, implementarea și testarea sistemelor cu logică fuzzy/ aplicațiilor bazate pe sisteme fuzzy

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Prezentare structura curs. Logica fuzzy. Introducere în matematica fuzzy și în aplicațiile sale practice. Reprezentarea informațiilor incerte prin mulțimi fuzzy.	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizările, exercițiu didactic, studiul de caz, demonstrație, evaluare formativa	Se utilizează prezentări .ppt, videoproiector, tabla
2. Definirea și reprezentarea mulțimilor fuzzy. Tipuri de mulțimi fuzzy. Proprietăți și parametri caracteristici mulțimilor fuzzy. Operații cu mulțimi fuzzy.		
3. Relații fuzzy: relații transante și relații fuzzy; definirea relațiilor fuzzy; operații cu relațiile fuzzy binare. Produsul cartezian a două mulțimi fuzzy. Compunerea relațiilor fuzzy.		
4. Teoria raționamentului aproximativ. Propozitii și reguli fuzzy Raționamentul Modus Ponens și Modus Ponens Generalizat. Inferența compozițională fuzzy (Mamdani, Larsen).		
5. Sisteme cu logică fuzzy cu o intrare și o ieșire: structura, baza de cunoștințe și operațiile sistemelor cu logică fuzzy. Metode de defuzzificare. Considerente de dezvoltarea a unui SLF.		
6. Sisteme cu logica fuzzy cu mai multe intrări Mamdani: structura, baza de reguli, procesul de calcul. Studiul de caz – pilot automat		
7. Sisteme cu logica fuzzy cu mai multe intrări Takagi-Sugeno (TS): structura, baza de reguli, procesul de calcul. Studiul de caz – pilot automat. Implementarea sistemelor cu logica fuzzy		
8. Controlere fuzzy: proces, sistem de control în bucla închisă, tipuri de controlere fuzzy, structura controlerelor fuzzy, baza de reguli. Analiza funcționării controlerelor fuzzy Mamdani și Takagi-Sugeno, de tip PI. Studiul de caz: controler fuzzy de temperatura – simulare.		
9. Clasificare fuzzy a datelor: problema clasificării datelor, clasificare tranșantă și clasificare fuzzy. Algoritmul Fuzzy C-Means. Algoritmul de clasificare substractivă.		
10. Sisteme cu logică fuzzy în modelarea funcțiilor neliniare: problematica modelării, justificarea utilizării SLF în modelare, procedura de modelare, generarea SLF inițial, instruirea cu ANFIS. Modelarea unei funcții neliniare de o singură variabilă. Modelarea unor funcții neliniare de mai multe variabile; aplicații în modelarea circuitelor electronice analogice		
11. Modelarea circuitelor electronice analogice utilizând SLF. Modelarea funcțiilor de performanță în funcție de parametri de proiectare: procedura de modelare, studiul de caz: modelarea circuitului SOTA. Modelarea funcțională a unui circuit analogic: procedura de modelare, studiul de caz: modelarea circuitului FCOTA, implementare Simulink.		
12. Identificarea sistemelor dinamice. Etape de dezvoltare, implementare, metode de evaluare și îmbunătățire a performanțelor. Selectarea intrărilor pentru modelul fuzzy: căutare secvențială înainte, căutare exhaustivă. Studiul de caz: modelarea fuzzy a unui sistem dinamic cu o intrare și o ieșire.		
13. Decizie fuzzy. Studiul de caz – Sistem de decizie pentru selectarea candidaților la ocuparea unui post.		
14. Recapitulare. Pregătire pentru verificarea sumativă.		

8.2 Laborator	Metode de predare	Observații		
1. Introducere in Fuzzy Logic Toolbox 2. Mulțimi fuzzy. Operații cu mulțimi fuzzy în segmentarea imaginilor color 3. Simularea sistemelor cu logică fuzzy in Matlab. Mașina de spălat 4. Sisteme fuzzy de control. Controler de temperatură 5. Aproximarea caracteristicii diodei prin SLF 6. Clasificare substractiva. Modelarea unei funcții neliniare de două variabile pe baza de date numerice. 7. Evaluare și încheierea situației la laborator	Experimentul didactic, simularea, lucrul în echipă.	Se utilizează calculator, tablă inteligentă		
8.3 Proiect			Metode de predare	Observații
<p><i>Proiectul este individual și constă în proiectarea și implementarea unei aplicații care conține un sistem cu logica fuzzy cu cel puțin două intrări. Tema de proiect este propusă de către student și se stabilește împreună cu cadrul didactic.</i></p> <p><i>Sistemul cu logica fuzzy se implementează, testează și optimizează în Matlab, utilizând Fuzzy Logic Toolbox. Aplicația finală ce încorporează sistemul fuzzy este implementată pe plăci de dezvoltare (Arduino, Raspberry, FPGA, etc) și/sau într-un alt mediu (C++, Python, Java, LabVIEW, Proteus, etc). Aplicația va conține elemente (hardware) suplimentare (senzor/element de execuție/ element de afișare/etc). La susținere se demonstrează funcționarea aplicației în ambele implementări și se prezintă modul de realizare al aplicației, rezultatele experimentale și un film scurt (120s ...150s) de prezentare.</i></p>			Demonstrația și experimentul didactic, simularea, exercițiul didactic, lucrul în echipă	Se utilizează calculator, Matlab, Arduino, tablă inteligentă, plăci de dezvoltare, etc
1. Prezentarea generală a activității de proiect. Prezentarea cerințelor generale și cerințelor specifice fiecărei teme. Bibliografie.				
2. Studiu de caz1: Sistem de control al temperaturii în bucla închisă, utilizând un controler fuzzy. Implementare pe placa de dezvoltare Arduino				
3. Studiu de caz2: Sistem de control al turației unui motor de cc în bucla închisă, utilizând un controler fuzzy. Implementare pe placa de dezvoltare Arduino				
4. Simularea și optimizarea sistemului fuzzy in Matlab				
5. Implementarea aplicației; testare; depanare				
6. Implementarea aplicației; punere in funcțiune; preluare date experimentale				
7. Susținerea teoretică și practică a proiectului; evaluare/notare.				
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> Oltean, G., Șipoș, E., Tehnici fuzzy în proiectarea și modelarea circuitelor analogice, U.T.Pres, Cluj-Napoca, Romania, ISBN: 978-973-662-302-8, 2007; Gordan, Mihaela, Miron, C., Oltean, G., Sisteme Fuzzy. Îndrumător de laborator , Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1999, ISBN 973-686-003-5; Feng, G., Analysis and Synthesis of Fuzzy Control Systems. A Model-Based Approach, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010, ISBN: 978-1-4200-9264-6; Behera, L., Kar, I., Intelligent Systems and Control. Principles and Applications, Oxford University Press, 2009, ISBN: 978-0-19-806315-5; Eberhart, R., Shi, Y., Computational Intelligence. Concepts to Implementations, Elsevier, Morgan Kaufman Publisher, ISBN 978-1-55860-759-0, 2007; 				

6. Padhy, N.P., Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Oxford University Press, Fourth impression, ISBN-10: 0-19-567154-6, 2005.
7. Constantin von Altrock, Fuzzy logic and Neuro Fuzzy Logic Applications Explained – Prentice Hall Englewood Cliffs, 1995
- Resurse on-line
1. Oltean, G. Pagina web a disciplinei de Sisteme fuzzy (prezentări curs, lucrări de laborator, probleme propuse, subiecte de examen), <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/sf>
 2. <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/>
 3. Arduino, <https://www.arduino.cc/>
 4. <https://create.arduino.cc/>

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

Conținutul disciplinei și competențele achiziționate corespund așteptărilor organizațiilor profesionale de profil și firmelor de profil la care studenții își desfășoară stagiile de practică și/sau ocupă un loc de muncă, precum și organismelor naționale de asigurarea a calității (ARACIS).

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Nivelul achiziției cunoștințelor teoretice (tratare subiect teoretic) și nivelul deprinderilor dobândite pentru rezolvarea de probleme	Verificare scrisă de evaluare sumativă	V 40%
10.5 Laborator	Verificarea activității practice desfășurate: realizarea simulărilor și implementărilor; preluarea, analiza și interpretarea rezultatelor	Verificare pe parcursul semestrului	L 20%
10.5 Proiect	Nivelul de funcționalitate și corectitudinea implementării aplicației practice Calitatea prezentării părții teoretice și a părți practice	Verificare pe parcursul semestrului Susținerea teoretică și practică a proiectului	P 40%
10.6 Standard minim de performanță			
Cunoașterea și înțelegerea conceptelor de bază referitoare la logica fuzzy (mulțimi fuzzy, fuzzificare, inferență, defuzzificare, suprafața de control, sistem fuzzy). Reprezentarea și modelarea datelor utilizând diverse tipuri de mulțimi fuzzy. Analiza și proiectarea aplicațiilor cu logică fuzzy Aspecte privind implementarea, evaluarea și utilizarea sistemelor cu logică fuzzy în Matlab și pe plăci de dezvoltare (Arduino).			
$L \geq 5$ și $P \geq 5$ și $V \geq 4$, Nota = $0.4V + 0.2L + 0.4P$			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.06.2023	Curs	Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN	
		Ș.l.dr.ing. Laura IVANCIU	
		Drd.ing. Luminița ROSTAȘ	

Data avizării în Consiliul Departamentului Bazele Electronicii 11.07.2023	Director Departament Bazele Electronicii Prof.dr.ing. Sorin HINTEA
Data aprobării în Consiliul Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației 12.07.2023	Decan Prof.dr.ing. Ovidiu POP