FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Autovehicole rutiere, Mecatronica si Mecanică
1.3 Departamentul	Mecatronica și Dinamica Mașinilor
1.4 Domeniul de studii	Mecatronică și Robotică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Ingineria Sistemelor Mecatronice/ Ingineria Sistemelor Mecatronice
1.7 Forma de învățământ	IF – învăţământ cu frecvenţă

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme mecatronice avansate				Codul disciplinei	13.00
2.2 Titularul de curs	*Conf.dr.ing. Sergiu-Dan STAN – sergiu.stan@mdm.utcluj.ro*					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect / practică	*Conf.dr.ing. Sergiu-Dan STAN – sergiu.stan@mdm.utcluj.ro*					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	3	2.6 Tipul de evaluare		Ex
2.7 Regimul disciplinei	Categoria formativă					DS
	Opționalitate					DI

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 Curs	1	3.3 Seminar	0	3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	1	3.3 Practică	0
3.4 Număr de ore pe semestru	42	din care:	3.5 Curs	14	3.6 Seminar	0	3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	14	3.3 Practică	0

3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru studiu individual și evaluare:	
(a) Evaluare	3
(b) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	60
(c) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren	20
(d) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	20
(e) Tutoriat	5
(f) Alte activități	
3.8 Total ore studiu individual și evaluare (suma (3.7(a)...3.7(f))	108
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)	150
3.10 Numărul de credite	6

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

4.1 de curriculum	Mecanică
4.2 de competențe	Cunoștințe de mecanică, fizică, matematică și programare de bază. Abilități practice. Capacitatea de a utiliza instrumente software inginerești și de a verifica critic rezultatele generate asistat de AI.

5. **Condiții** (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Curs în format electronic, cu demonstrații software și exemple interactive de proiectare, simulare și dezvoltare asistată de AI.

5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Lucrări pe grupe de studenți (2-3 studenți). Teme individuale de lucru. Acces la calculator/laptop, internet, medii de programare și instrumente AI de tip Codex, Claude Code, Gemini CLI sau modele AI cost-eficiente similare.

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	CP1. Capacitatea de a analiza, modela și simula comportamentul sistemelor mecatronice complexe, integrând componente mecanice, electrice, senzoriale și de comandă. CP2. Capacitatea de a proiecta și dimensiona sisteme mecatronice avansate utilizând metode moderne de sinteză (proiectare integrată mecano-electro-informatică). CP3. Capacitatea de a selecta, configura și integra senzori, actuatori inteligenți și sisteme de acționare în cadrul structurilor mecatronice. CP4. Capacitatea de a elabora și implementa algoritmi de comandă și control pentru sisteme mecatronice multivariabile, inclusiv în timp real. CP5. Capacitatea de a utiliza instrumente software specializate (CAD/CAE, MATLAB/Simulink, medii de simulare multifizică, platforme de programare și instrumente AI-assisted coding) pentru analiza, optimizarea și prototiparea sistemelor mecatronice. CP6. Capacitatea de a evalua performanțele unui sistem mecatronic avansat și de a propune soluții de îmbunătățire bazate pe criterii tehnico-economice. CP7. Capacitatea de a utiliza instrumente de inteligență artificială generativă și agenți software de tip AI coding pentru prototiparea, dezvoltarea, testarea, refactorizarea și documentarea aplicațiilor software aferente sistemelor mecatronice. CP8. Capacitatea de a evalua critic codul generat de AI din perspectiva funcționalității, siguranței, robusteții, securității cibernetice, costului de utilizare și integrării în arhitecturi mecatronice reale.
Competențe transversale	CT1. Aplicarea principiilor de muncă în echipă multidisciplinară, cu asumarea de roluri specifice în cadrul proiectelor de dezvoltare a sistemelor mecatronice. CT2. Comunicarea eficientă, în scris și oral, a soluțiilor tehnice propuse, utilizând limbajul de specialitate adecvat, inclusiv într-o limbă de circulație internațională. CT3. Identificarea nevoilor de formare continuă și utilizarea autonomă a resurselor de învățare pentru dezvoltarea profesională în domeniul mecatronicii avansate și al tehnologiilor emergente (Industria 4.0/5.0, IoT, AI, digital twin, edge computing). CT4. Utilizarea responsabilă a instrumentelor AI în activitatea inginerească, cu respectarea principiilor de etică academică, trasabilitate a contribuției proprii, protecția datelor și validarea independentă a rezultatelor generate automat.

7. Rezultatele așteptate ale învățării

Cunoștințe	C1. Cunoașterea și înțelegerea aprofundată a principiilor de funcționare ale sistemelor mecatronice avansate (cinematică, dinamică, acționare, senzorică, comandă). C2. Cunoașterea arhitecturilor și topologiilor specifice sistemelor mecatronice integrate: sisteme embedded, sisteme în buclă închisă multivariabile, sisteme distribuite. C3. Înțelegerea metodelor de modelare multifizică și a tehnicilor de co-simulare pentru sisteme mecatronice complexe. C4. Cunoașterea tipologiilor de senzori inteligenți, actuatori avansați și protocoale de comunicație industrială (EtherCAT, CAN, IO-Link, MQTT, OPC UA). C5. Cunoașterea principiilor de proiectare integrată și a standardelor aplicabile sistemelor mecatronice (siguranță funcțională, compatibilitate electromagnetică, securitate cibernetică de bază). C6. Cunoașterea tendințelor actuale: sisteme cyber-fizice, gemeni digitali, mecatronică adaptivă, edge AI și inteligență artificială aplicată în mecatronică. C7. Cunoașterea principiilor de funcționare ale instrumentelor de AI-assisted coding, agentic coding și vibe coding, precum și a limitărilor acestora în aplicații inginerești. C8. Cunoașterea principalelor platforme și modele AI utilizabile în dezvoltarea aplicațiilor mecatronice: OpenAI Codex, Claude Code, Gemini CLI, DeepSeek, Qwen, Kimi și modele similare.

Abilități	A1. Capacitatea de a elabora modele matematice și de simulare pentru sisteme mecatronice cu grade multiple de libertate, utilizând medii specializate (MATLAB/Simulink, Python, Modelica, ADAMS sau similare). A2. Capacitatea de a proiecta și integra subsistemele mecanic, electric și informatic într-o soluție mecatronică unitară, funcțională și optimizată. A3. Capacitatea de a selecta și parametriza senzori, actuatori și controlere în funcție de cerințele aplicației. A4. Capacitatea de a implementa și testa algoritmi de comandă pe platforme hardware sau simulate în timp real. A5. Capacitatea de a efectua analize de performanță și de a diagnostica disfuncționalitățile unui sistem mecatronic. A6. Capacitatea de a utiliza instrumente de prototipare rapidă și testare experimentală pentru validarea soluțiilor proiectate. A7. Capacitatea de a formula prompturi tehnice clare pentru generarea de cod, simulări, documentație, teste și interfețe de monitorizare pentru sisteme mecatronice. A8. Capacitatea de a integra cod generat asistat de AI în aplicații practice de tip embedded, IoT, simulare, control, HMI sau dashboard industrial. A9. Capacitatea de a compara performanța mai multor modele AI în rezolvarea unei sarcini inginerești, luând în considerare calitatea soluției, costul, timpul de dezvoltare, securitatea și gradul de intervenție umană necesar.
Responsabilitate și autonomie	R1. Asumarea responsabilității pentru calitatea soluțiilor tehnice propuse în cadrul proiectelor de sisteme mecatronice, respectând normele de siguranță și standardele în vigoare. R2. Organizarea autonomă a activităților de proiectare, simulare și testare, cu respectarea termenelor și a cerințelor de calitate stabilite. R3. Manifestarea inițiativei în identificarea problemelor tehnice și propunerea de soluții inovative, bazate pe analiză critică și gândire inginerească. R4. Asumarea rolului de coordonator tehnic în echipe multidisciplinare, cu capacitatea de a delega sarcini și de a integra contribuțiile membrilor echipei. R5. Angajamentul față de dezvoltarea profesională continuă și adaptarea la evoluțiile tehnologice din domeniul mecatronicii și al sistemelor inteligente. R6. Asumarea responsabilității pentru verificarea, testarea și documentarea codului generat cu ajutorul AI, fără delegarea necritică a deciziei inginerești către modelul AI.

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

8.1 Obiectivul general al disciplinei	Disciplina Sisteme mecatronice avansate are ca obiectiv general formarea competențelor necesare pentru analiza, proiectarea, simularea și implementarea sistemelor mecatronice complexe, în care componentele mecanice, electrice, senzoriale, informatice și algoritmii de inteligență artificială funcționează integrat. Cursul urmărește dezvoltarea capacității absolvenților de a aborda sistemic problemele inginerești specifice mecatronicii moderne, aplicând metode avansate de modelare, simulare, comandă și prototipare rapidă asistată de AI, inclusiv instrumente de tip AI coding agents, în concordanță cu cerințele actuale ale industriei și cu principiile Industriei 4.0/5.0.
8.2 Obiectivele specifice	Familiarizarea studenților cu arhitecturile și principiile de funcționare ale sistemelor mecatronice de ultimă generație. Însușirea metodelor moderne de modelare, simulare și optimizare multifizică a acestor sisteme. Formarea abilităților practice de selectare, integrare și comandă a senzorilor inteligenți și actuatorilor avansați. Dezvoltarea capacității de a proiecta soluții mecatronice integrate, de la concept la validare experimentală, utilizând instrumente software specializate, tehnici de prototipare rapidă și instrumente AI-assisted engineering. Familiarizarea studenților cu utilizarea instrumentelor moderne de dezvoltare asistată de AI, precum OpenAI Codex, Claude Code, Gemini CLI și modele AI cost-eficiente, pentru generarea, testarea și

	documentarea codului în aplicații mecatronice. Dezvoltarea unei atitudini critice privind utilizarea AI în inginerie, prin verificarea, validarea și explicarea soluțiilor generate automat.

9. Conținuturi

9.1 Curs	**Nr. ore**	**Metode de predare**	**Observații**
C1. Arhitecturi moderne pentru sisteme mecatronice avansate: senzori, actuatori, embedded, IoT, digital twin.	2	- Prezentare tematică - Demonstrații software - Studii de caz AI-assisted engineering	
C2. Modelare, simulare și optimizare asistată de calculator pentru sisteme mecatronice. MATLAB/Simulink, Python și medii de co-simulare.	2		
C3. AI-assisted engineering în mecatronică: vibe coding, prompt engineering tehnic, prototipare iterativă și validare inginerească.	2		
C4. AI coding agents pentru dezvoltare tehnică: OpenAI Codex, Claude Code, Gemini CLI. Workflow-uri, limite, bune practici, securitate și documentare.	2		
C5. Sisteme inteligente de percepție: vedere artificială, procesare de date, senzori inteligenți și aplicații AI în mecatronică.	2		
C6. Sisteme mecatronice conectate: IoT, MQTT/OPC UA, edge AI, dashboard-uri, HMI moderne și integrare cu platforme industriale.	2		
C7. Studii de caz: transporturi, drone, agricultură, energii regenerabile și aplicații industriale dezvoltate prin prototipare asistată de AI.	2		
Bibliografie / resurse actualizate - MathWorks: MATLAB/Simulink, Control System, Optimization, Computer Vision. - Bishop R. H., The Mechatronics Handbook, CRC Press, 2002. - Shetty D., Kolk R., Mechatronics System Design, 1997. - Dorf R., Bishop R., Modern Control Systems, 1998. - OpenAI Codex resources: https://openai.com/codex - Anthropic Claude Code docs: https://docs.anthropic.com/claude-code - Google Gemini CLI docs: https://github.com/google-gemini/gemini-cli - DeepSeek API docs: https://api-docs.deepseek.com - Qwen / Model Studio docs: https://www.alibabacloud.com/help/en/model-studio - GitHub Docs, MQTT, OPC UA, Node-RED, Arduino/ESP32 and Python official documentation.			

9.2 Seminar / laborator / proiect / practică	**Nr. ore**	**Metode de predare**	**Observații**
L1. Introducere în workflow-uri AI-assisted coding pentru mecatronică: prompt, context, iterație, validare și documentare.	2	Conversație + experiment Activitate individuală și pe grupe Testare și prezentare tehnică	
L2. Utilizarea Codex / Claude Code / Gemini CLI pentru generarea, refactorizarea și testarea unei aplicații tehnice simple.	2		
L3. Generarea asistată de AI a unui model de simulare pentru un sistem mecatronic: motor, actuator, robot sau dronă.	2		
L4. Dezvoltarea unui prototip IoT/embedded asistat de AI: achiziție senzori, comunicație, procesare date și vizualizare.	2		
L5. Crearea unui dashboard HMI modern pentru monitorizarea unui sistem mecatronic sau cyber-fizic.	2		

9.2 Seminar / laborator / proiect / practică	Nr. ore	Metode de predare	Observații
L6. Comparație între modele AI: Codex, Claude, Gemini, DeepSeek/Qwen/Kimi pentru aceeași sarcină inginerească. Analiză calitate-cost.	2		
L7. Proiect final: sistem mecatronic demonstrativ cu componentă software generată, testată și documentată cu ajutorul AI.	2		
Bibliografie / resurse actualizate - MathWorks: MATLAB/Simulink, Control System, Optimization, Computer Vision. - Bishop R. H., The Mechatronics Handbook, CRC Press, 2002. - Shetty D., Kolk R., Mechatronics System Design, 1997. - Dorf R., Bishop R., Modern Control Systems, 1998. - OpenAI Codex resources: https://openai.com/codex - Anthropic Claude Code docs: https://docs.anthropic.com/claude-code - Google Gemini CLI docs: https://github.com/google-gemini/gemini-cli - DeepSeek API docs: https://api-docs.deepseek.com - Qwen / Model Studio docs: https://www.alibabacloud.com/help/en/model-studio - GitHub Docs, MQTT, OPC UA, Node-RED, Arduino/ESP32 and Python official documentation.			

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

Conținutul disciplinei este corelat cu cerințele actuale ale industriei mecatronice și robotice, reflectând nevoile exprimate de angajatori din domeniul automotive, automatizări industriale, sisteme inteligente de producție, IoT industrial și dezvoltare software asistată de AI. Tematica abordată este aliniată cu tendințele actuale privind Industria 4.0/5.0, digital twin, edge AI, integrarea datelor industriale și utilizarea responsabilă a instrumentelor AI în inginerie. Competențele formate răspund cererii pieței muncii pentru ingineri capabili să proiecteze, integreze, optimizeze și documenteze sisteme mecatronice complexe, utilizând atât metode inginerești clasice, cât și instrumente moderne de prototipare rapidă, agentic coding, AI-assisted coding și evaluare critică a soluțiilor generate automat.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare (și forma evaluare: continuă/sumativă)	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	1. Cunoștințe cumulate 2. Înțelegerea conceptelor de sisteme mecatronice avansate, AI-assisted engineering și validare inginerească	Colocviu / examinare sumativă	40%
11.5 Seminar/Laborator /Proiect / practică	1. Referate de laborator și teme aplicative 2. Proiect final mecatronic cu componentă AI-assisted coding 3. Prezență, ritmicitate, implicare și prezentare orală	Verificarea corectitudinii referatelor de laborator. Evaluarea proiectului final pe baza funcționalității, calității codului, testării, documentării prompturilor, analizei critice a rezultatelor AI și prezentării tehnice. Verificare periodică.	25% 25% 10%
11.6 Standard minim de performanță Pentru promovare, studentul trebuie să demonstreze capacitatea de a analiza un sistem mecatronic, de a propune o arhitectură funcțională, de a utiliza cel puțin un instrument AI-assisted coding pentru dezvoltarea unei componente software și de a valida critic rezultatul prin testare, documentare și			

prezentare tehnică. Utilizarea AI fără înțelegerea, verificarea și explicarea soluției nu constituie îndeplinirea standardului minim de performanță.

Data completării:	Titulari	grad didactic, titlu Prenume NUME	Semnătura
30.04.2026	Curs	Conf.dr.ing. STAN Sergiu-Dan	
	Aplicații	Conf.dr.ing. STAN Sergiu-Dan	

Data avizării în Consiliul Departamentului MDM 28.05.2026	Director Departament MDM Prof.dr.ing. Mircea BARA
Data aprobării în Consiliul Facultății ARMM 16.09.2026	Decan, Prof.dr.ing. Nicolae Filip