FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Autovehicule Rutiere, Mecatronică si Mecanică
1.3 Departamentul	Mecatronică și Dinamica Mașinilor
1.4 Domeniul de studii	Inginerie mecanică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inginerie de precizie și managementul calității/ Inginerie de precizie și managementul calității
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Metode și tehnici avansate de control				Codul disciplinei	11.00
2.2 Titularul de curs	S. l. dr. ing. Rad Ciprian-Radu - ciprian.rad@mdm.utcluj.ro					
2.3 Titularul activităților de laborator	S. l. dr. ing. Rad Ciprian-Radu - ciprian.rad@mdm.utcluj.ro					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6 Tipul de evaluare		E
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	2	3.3 Proiect	0	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	28	3.6 Proiect	0	3.3 Practică	0

3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru studiu individual și evaluare:	
(a) Evaluare	5
(b) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	28
(c) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren	7
(d) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	14
(e) Tutoriat	4
(f) Alte activități	0
3.8 Total ore studiu individual și evaluare (suma (3.7(a)...3.7(f))	58
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)	100
3.10 Numărul de credite	4

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Teoria sistemelor și automatizări Echipamente utilizate în procese industriale Senzori, traductoare și achiziții de date
4.2 de competențe	Actuatori pneumatici și principii de funcționare ale acestora Proiectare asistată de calculator Modelarea sistemelor integrate

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Fața în fată cu videoproiector, tablă, cretă albă și colorată, marker
5.2. de desfășurare a laboratorului	Față în față cu respectarea tuturor normelor de protecție în vigoare Participarea la laborator este obligatorie Laborator de specialitate prevăzut cu software specific lucrărilor descrise la punctul 8.2

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	C4.2 - Implementarea principiilor și conceptelor de bază ale proiectării constructive și tehnologice în perspectiva dezvoltării la scara micro și nano. C5 - Utilizarea programelor software și a tehnologiilor informatice pentru proiectarea aparatelor și sistemelor de mecanică fină, cu posibilitatea dezvoltării la scara micro și nano. C5.7 - Realizarea de proiecte în care să se utilizeze metode de simulare și/sau optimizare a aparatelor și sistemelor de mecanică fină cu posibilitatea dezvoltării la scara micro și nano.
Competențe transversale	CT2 - Aplicarea tehnicilor de relaționare și munca eficientă în echipă, multidisciplinară, pe diverse paliere ierarhice, în cadrul colectivului de lucru – management de proiect specific CT3 - Utilizarea adecvată a metodelor și tehnicilor eficiente de învățare pe durata întregii vieți; utilizarea adecvată de informații și comunicarea orală și scrisă într-o limbă de circulație europeană

7. Rezultatele așteptate ale învățării

Cunoștințe	La finalul cursului, studentul va fi capabil să: * explice principiile metodologiei Model-Based Design (MBD) și să compare critic strategiile de modelare de tip White-box, Gray-box și Black-box în contextul sistemelor complexe. * descrie fenomenele fizice complexe (termodinamică, dinamica gazelor, modele de frecare statice și dinamice precum LuGre) care guvernează comportamentul servosistemelor pneumatice de acționare. * înțeleagă mecanismele de compensare a neliniarităților (zonă moartă, frecare) pentru îmbunătățirea performanțelor dinamice. * înțeleagă rolul modelelor matematice în estimarea stărilor interne ale sistemului și implementarea unor strategii de mentenanță predictivă.
Abilități	La finalul cursului, studentul va fi capabil să: * dezvolte modele matematice și numerice în MATLAB/Simulink și Simscape, integrând subsisteme mecanice, pneumatice și electrice într-o platformă de simulare unitară. * efectueze identificări experimentale de parametri critici, utilizând seturi de date reale pentru validarea și rafinarea modelelor teoretice. * sintetizeze și să implementeze legi de control avansat, de la regulatoare PID optimizate la controlere de stare (Full-State Feedback) cu structuri extinse pentru anularea erorii staționare. * proiecteze logici de control complexe utilizând mașini de stare finite în Stateflow, asigurând tranziții sigure și robuste între regimurile de funcționare ale sistemului.
Responsabilitate și autonomie	La finalul cursului, studentul va avea: * capacitatea de a gestiona proiecte de control complexe, prin abordarea structurată a etapelor de modelare, simulare, validare și implementare a unei soluții tehnice. * autonomie în utilizarea instrumentelor de simulare și analiză, fiind capabil să diagnosticheze erori de modelare sau instabilități ale algoritmilor de control fără supraveghere directă. * responsabilitate în interpretarea rezultatelor, asigurându-se că soluțiile de control propuse respectă limitele fizice de funcționare și normele de siguranță ale echipamentelor. * abilitatea de a documenta riguros procesul de proiectare și rezultatele obținute, argumentând alegerea unei anumite strategii de control în fața unor cerințe de performanță specifice.

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

8.1 Obiectivul general al disciplinei	Însușirea unor metode și tehnici avansate de control aplicabile sistemelor mecatronice complexe, prin integrarea modelării matematice cu algoritmi de reglare moderni
8.2 Obiectivele specifice	1. Înțelegerea conceptelor avansate de control 2. Modelarea și analiza sistemelor folosind instrumente matematice și software specializat 3. Proiectarea de controlere 4. Testarea și validarea performanțelor strategiilor de control proiectate

9. Conținuturi

9.1 Curs	**Nr. ore**	**Metode de predare**	**Observații**
1. Introducere în ingineria reglării automate. Arhitecturi și topologii ale sistemelor de control: clasificare, analiză comparativă și perspective actuale.	2	Expunere liberă la tablă combinată cu prezentări multimedia.	-
2. Proiectarea bazată pe model (Model-Based Design). Tipologii de modelare: abordări White-box, Gray-box și Black-box. Modele liniare versus neliniare. Introducere în mentenanța predictivă asistată de model.	2		
3. Modelarea analitică a actuatorilor pneumatici de translație. Dinamica camerelor cu volum variabil: abordare termodinamică. Formularea ecuațiilor de mișcare și modelarea complexă a forțelor de frecare (modele statice și dinamice).	2		
4. Modelarea distribuitoarelor proporționale. Analiza matematică a sertarului și a dinamicii curgerii fluidului prin orificii cu arie variabilă. Caracterizarea și modelarea neliniarității de tip „zonă moartă” (dead-band).	2		
5. Proceduri și tehnici de identificare experimentală. Estimarea parametrilor critici: volume moarte, coeficienți de transfer termic, parametri de frecare și caracteristici de debit.	2		
6. Medii de simulare numerică și implementarea modelelor matematice. Analiza răspunsului în buclă deschisă. Protocoale de validare experimentală a modelelor simulate.	2		
7. Controlul avansat al servosistemelor pneumatice. Tehnici de compensare a neliniarităților (frecare, zonă moartă). Arhitecturi de control: structuri PID cascadate și controlere de stare multivariabile (PVA, PVΔP).	2		

Bibliografie

1. Rad, C. (2014). Contribuții privind îmbunătățirea performanțelor constructive și funcționale ale sistemelor mecatronice de acționare pe bază de actuatori pneumatici, Teză de doctorat.
2. Lapusan, C., Bălan, R., Modelarea și simularea sistemelor mecatronice – Aplicații, Editura Todesco
3. Saleem, A. (2010). Servo-pneumatic Systems: Component-based modelling and simulation. LAP LAMBERT Academic Publishing.
4. Kluever, C. A. (2015). Dynamic systems: Modeling, simulation, and control. John Wiley & Sons.
5. Ogata, K. (2010). Modern control engineering (5th ed.). Prentice Hall.

9.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
6. Liu, S. (2022). Pneumatic servo systems: Analysis and application. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9518-6 7. Krivtsov, I. L., & Krejnin, G. V. (2006). *Pneumatic actuating systems for automatic equipment: Structure and design*. CRC Press.			

9.2 Laborator	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Introducere în mediul MATLAB/Simulink. Tehnici de modelare și simulare a sistemelor dinamice.	2	Expunere liberă la tablă combinată cu prezentări multimedia.	-
2. Modelare fizică utilizând librăria Simscape. Abordări bazate pe fluxuri de energie și componente fizice.	2		
3. Metode de reprezentare și interconectare a modelelor dinamice în mediul Simulink.	2		
4. Modelarea forțelor de frecare (I). Tehnici de aproximare și modelare a neliniarităților statice.	2		
5. Modelarea forțelor de frecare (II). Implementarea și analiza modelului dinamic LuGre.	2		
6. Analiza și modelarea neliniarităților de tip „zonă moartă” (dead-band) în buclă de control.	2		
7. Modelarea și simularea subsistemului electromecanic al unui distribuitor pneumatic proporțional.	2		
8. Modelarea curgerii prin orificii cu arie variabilă la distribuitoarele proporționale.	2		
9. Sinteza algoritmilor de reglare (I). Proiectarea și acordarea controlerelor de tip PID.	2		
10. Sinteza algoritmilor de reglare (II). Tehnici avansate de optimizare a performanțelor PID. Compensare directă (feed-forward). Bucle în cascadă.	2		
11. Strategii de control modern în spațiul stărilor (I). Sisteme cu și fără integrator. Metoda alocării polilor.	2		
12. Strategii de control modern în spațiul stărilor (II). Controlere de stare multivariabile (PVA, PVΔP).	2		
13. Modelarea logicii de control prin evenimente discrete. Utilizarea mașinilor de stare în librăria Stateflow.	2		
14. Algoritmi de mentenanță predictivă asistată de model. Detectarea stărilor de avarie ale sistemului.	2		
Bibliografie 1. Rad, C. (2014). Contribuții privind îmbunătățirea performanțelor constructive și funcționale ale sistemelor mecatronice de acționare pe bază de actuatori pneumatici, Teză de doctorat. 2. Lapusan, C., Bălan, R., Modelarea și simularea sistemelor mecatronice – Aplicații, Editura Todesco 3. Saleem, A. (2010). Servo-pneumatic Systems: Component-based modelling and simulation. LAP LAMBERT Academic Publishing. 4. Kluever, C. A. (2015). Dynamic systems: Modeling, simulation, and control. John Wiley & Sons. 5. Ogata, K. (2010). Modern control engineering (5th ed.). Prentice Hall. 6. Liu, S. (2022). Pneumatic servo systems: Analysis and application. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9518-6			

9.2 Laborator	Nr. ore	Metode de predare	Observații
7. Krivtsov, I. L., & Krejnin, G. V. (2006). *Pneumatic actuating systems for automatic equipment: Structure and design*. CRC Press.			

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

Cursul există în programa de studii a universităților și facultăților de profil din tara și străinătate. Conținutul acestuia este coroborat cu așteptările reprezentanților comunității, a asociațiilor profesionale și angajatorilor din domeniu.
Prin însușirea conceptelor teoretice si abordarea aspectelor practice incluse aceasta disciplina, studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, in concordanta cu competentele parțiale cerute pentru ocupațiile posibile prevăzute in Grila 1 – RNCIS.

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	* Corectitudinea răspunsurilor la întrebările teoretice * Gradul de asimilare a limbajului tehnic de specialitate	Evaluare sumativă: * Examen scris sub formă de test grilă, susținut în sesiunea de examene și notat cu nota NC de la 1 la 10	40%
11.5 Laborator	* Utilizare software specific de laborator * Implementare și testare lucrări de laborator *Analiza corectă a rezultatelor simulării	Evaluare continuă și sumativă: * Monitorizarea activității pe parcursul semestrului * Notă pe activitatea de laborator NL de la 1 la 10	60%
11.6 Standard minim de performanță N(nota)=0.40%NC(curs)+0.60%NL(laborator); Condiția de obținere a creditelor: NC ≥ 5, NL ≥ 5, N ≥ 5;			

Data completării:	Titulari	grad didactic, titlu Prenume NUME	Semnătura
30.04.2026	Curs	S. l. dr. ing. Ciprian-Radu RAD	
	Aplicații	S. l. dr. ing. Ciprian-Radu RAD	

Data avizării în Consiliul Departamentului de Mecatronică și Dinamica Mașinilor 28.05.2026	Director Departament Prof. dr. ing. Mircea BARA
Data aprobării în Consiliul Facultății de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică 16.09.2026	Decan, Prof. dr. ing. Nicolae FILIP