

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
1.2. Facultatea	Mecanică și Tehnologie
1.3. Departamentul care coordonează programul de studii Departamentul care are disciplina în statul de funcții	Fabricație și Management Industrial Fabricație și Management Industrial
1.4. Domeniul de studii	Mecatronica și robotică
1.5. Ciclul de studii	Licență
1.6. Programul de studii/Calificarea/Forma de organizare	Programul de studii/Calificarea/Forma de organizare Mecatronica sistemelor de fabricație robotizate/ Inginer specialist în mecatronică; inginer echipamente/ingineră echipamente/Dual

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei (Ro/Engl)		Sisteme de conducere in robotica/ Control Systems in Robotics						
2.2. Titularul/ii activităților de curs				Conf. dr. ing. Andrei-Alexandru BOROIU				
2.3. Titularul/ii activităților de seminar/laborator/proiect								
2.4. Anul de studiu	III	2.5. Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	Conținut	DS
							Obligativitate	OB
2.8. Codul disciplinei			P.19.L.III.Ob.058					

3. Timpul total estimat (ore pe semestru, activități didactice, U – Universitate, OE – Organizație economică)

3.1. Număr de ore pe săptămână (U/OE)	3 (2/1)	din care: 3.2. curs (U/OE)	2 (2/0)	3.3. seminar/laborator/proiect (U/OE)	1 (0/1/0)
3.4. Total ore din planul de învățământ (U/OE)	42 (28/14)	din care: 3.5. curs (U/OE)	28 (28/0)	3.6. seminar/laborator/proiect (U/OE)	14 (0/14/0)
Distribuția fondului de timp (U/OE)					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (U/OE)					16 (10/6)
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme de specialitate și pe teren (U/OE)					20 (6/14)
Pregătire seminarii/laboratoare/lucrări practice/proiecte, teme, referate (U/OE)					11 (4/7)
Tutorat (U/OE)					7 (0/7)
Examinări (U/OE)					4 (2/2)
Alte activități (dacă există) (U/OE)					0 (0/0)
3.7. Total ore studiu individual (U/OE)					58 (22/36)
3.8. Total ore pe semestru (U/OE)					100(50/50)
3.9. Numărul de credite (U/OE)					4 (2/2)

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Parcursarea și promovarea următoarelor discipline: Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială, Analiză matematică, Fizică
4.2. de rezultate ale învățării	Capacitatea de a efectua calcule, demonstrații și aplicații, pentru rezolvarea de sarcini specifice roboticii, pe baza cunoștințelor din științele fundamentale

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1. Curs	<ul style="list-style-type: none"> Existența unui amfiteatru dotat corespunzător (inclusiv videoproiector) care să asigure minim 1 m²/student
5.2. Seminar/Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"> Existența unui laborator dotat corespunzător (echipamente măsurare dimensională, rugozitate, filete, roți dințate, precizie de formă, precizie de poziție relativă etc.) care să asigure minim 4 m²/student

6. Obiectivele disciplinei (în corelație cu rezultatele învățării specifice acumulate – pct 7)

6.1. Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> Obiectivul general al disciplinei este de a familiariza studenții cu principiile și tehnicile fundamentale ale sistemelor de control utilizate în robotică. Aceasta include înțelegerea arhitecturii și a funcțiilor sistemelor de control, dezvoltarea abilităților de proiectare și implementare a algoritmilor de control pentru roboți, precum și aplicarea acestora în diverse tipuri de roboți și medii operaționale.
--	---

6.2. Obiectivele specifice	<p>Curs</p> <p>Înțelegerea principiilor de bază ale sistemelor de control în robotică – Studenții vor dobândi cunoștințe fundamentale despre tipurile și structurile sistemelor de control, atât în buclă deschisă, cât și în buclă închisă, aplicate în robotică.</p> <p>Cursul va ajuta studenții să înțeleagă cum să modeleze matematic roboții și sistemele de control asociate, folosind metode și instrumente software dedicate simulării sistemelor robotice.</p> <p>Aplicații</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicarea algoritmilor de control specifici roboților - Integrarea senzorilor și actuatorilor - Proiectarea și optimizarea controlului în robotică - Aplicarea cunoștințelor în proiecte practice
-----------------------------------	---

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	<ul style="list-style-type: none"> • cunoașterea conceptelor de bază utilizate în proiectarea și funcționare a sistemelor de conducere robotice • Cunoașterea principiilor de control, inclusiv controlul în buclă deschisă și în buclă închisă, și a noțiunilor de stabilitate, precizie și performanță în controlul robotic. • Înțelegerea algebrei liniare, calculului diferențial și ecuațiilor diferențiale pentru a putea modela și analiza sistemele robotice. • Cunoașterea principiilor de mișcare, calculul cinematicii directe și inverse, și înțelegerea forțelor implicate în mișcările roboților. • Înțelegerea modului de funcționare și integrare a senzorilor (LiDAR, senzori de proximitate, camere) și a actuatorilor (motoare, servomotoare) în sisteme de control.
Aptitudini	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitatea de a analiza funcțional și de a exploata sistemele de conducere în robotică • Capacitatea de a proiecta și optimiza sisteme de control pentru roboți, ajustând algoritmi pentru stabilitate și performanță. • Aptitudinea de a utiliza software-uri de simulare pentru a modela comportamentul sistemelor robotice înainte de implementarea practică. • Abilitatea de a identifica și rezolva probleme în funcționarea sistemelor robotice, aplicând cunoștințe de control și analiză pentru ajustări rapide.
Responsabilitate și autonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilitatea de a realiza sisteme de conducere prin metode convenționale algoritmice pentru manipuloare și structuri robotice simple, poate programa roboți industriali prin instruire • Responsabilitatea de a verifica acuratețea și eficiența sistemelor de control, asigurând că roboții funcționează conform specificațiilor de siguranță și performanță. • Elaborarea documentației tehnice detaliate, care descrie structura și funcționarea sistemului de control, precum și realizarea de rapoarte privind testarea și performanța acestuia. • Capacitatea de a învăța în mod independent noțiuni și tehnologii noi în domeniul roboticii și controlului, și de a adapta rapid noile cunoștințe în practică. • Abilitatea de a colabora cu specialiști din alte domenii (mecanică, electronică, inteligență artificială), păstrând totodată autonomia în partea specifică de control robotic.

Competențe la care participă disciplina, conform suplimentului la diplomă⁶

Competențe profesionale

C10 - gestionează date în domeniul cercetării / manages research data

C11 - pregătește prototipuri pentru producție / prepares prototypes for production

C18 - gestionează proiecte de inginerie

C19 - interpretează cerințe tehnice / interpret technical requirements

Competențe transversale:

CT1 - gestionează dezvoltarea profesională personală / manages personal professional development

CT2 - lucrează în echipe / meets works in teams

CT3 - respectă standardele privind siguranța echipamentelor tehnice / safety standards for technical equipment

CT4 - gândește în mod inovativ / thinks innovatively

8. Metode de predare

Curs. Cursul va fi prezentat printr-o combinație de expuneri folosind videoproiectorul și explicații desenate la tablă. Fiecare capitol va include exemple și studii de caz relevante, iar anumite concepte vor fi ilustrate prin scurte filme explicative. Predarea va fi interactivă, iar studenții vor putea primi puncte bonus pentru răspunsuri corecte la întrebările adresate de profesor. Participarea activă la curs va fi încurajată, punându-se accent pe consolidarea treptată a cunoștințelor specifice, menționate la punctul 7. De la prima întâlnire, profesorul va clarifica modul de obținere a punctajelor pentru nota finală și cerințele minime necesare pentru promovare.

Laboratorul. Lucrările de laborator contribuie la formarea abilităților/aptitudinilor practice. Activitatea de laborator se va desfășura cu semigrupa, contribuind astfel la formarea competențelor transversale.

9. Conținuturi

9.1. Curs		
Capitol	Conținut	Nr. ore
1.	Definiția și rolul sistemelor de control în robotică.	2 h
2.	Tipuri de control: control în buclă deschisă vs. control în buclă închisă.	2 h
3.	Aplicații ale sistemelor de control în diferite tipuri de roboți (industriali, mobili, de asistență).	2 h
4.	Noțiuni de bază în modelarea sistemelor dinamice.	2 h
5.	Ecuatii diferențiale, spațiul stărilor și funcția de transfer.	2 h
6.	Modele cinetice și dinamice pentru roboți manipulatori și roboți mobili.	2 h
7.	Cinemática directă și inversă pentru roboți cu brațe	2 h
8.	Cinemática și dinamica roboților mobili.	2 h
9.	Studiul forțelor și momentelor implicate în mișcările robotice.	2 h
10.	Principii și reglajul controlului PID.	2 h
11.	Stabilitate și analiza răspunsului în frecvență.	2 h
12.	Stabilitate Lyapunov și metode de asigurare a stabilității sistemelor de control.	2 h
13.	Tipuri de senzori și rolul lor în sisteme de control (LiDAR, senzori de proximitate, accelerometre, giroscopi).	2 h
14.	Algoritmi de planificare a traiectoriilor și navigație pentru roboți mobili.	2 h
TOTAL		28 h
Bibliografie		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Răducanu, A., & Iliescu, T. (2007). <i>Sisteme de conducere automată</i>. Editura Teora 2. Dascălu, I., & Gogu, F. (2010). <i>Robotică industrială</i>. Editura Didactică și Pedagogică 3. Nikolaus Correll, Bradley Hayes, Bradley A. Wingate. <i>Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms</i>. CreateSpace Independent Publishing, 2016 4. Lorenzo Sciavicco, Bruno Siciliano. <i>Modeling and Control of Robot Manipulators</i>. Springer, 2000 		

9.2. Laborator/Seminar/Proiect ⁷⁾		
Nr. crt.	Conținut	Nr. ore
1.	Modelarea și simularea unui sistem robotic	2 h
2.	Control PID pentru un sistem robotic	2 h
3.	Stabilitatea și analiza răspunsului unui sistem de control	2 h
4.	Controlul mișcării unui robot manipulator	2 h
5.	Simularea unui robot mobil autonom	2 h
6.	Control adaptiv pentru un sistem robotic	2 h
7.	Integrarea senzorilor într-un sistem de control robotic	2 h
TOTAL		14 h
Bibliografie		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Răducanu, A., & Iliescu, T. (2007). <i>Sisteme de conducere automată</i>. Editura Teora 2. Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini: <i>Feedback Control of Dynamic Systems</i>. Pearson, 2014 3. Lorenzo Sciavicco, Bruno Siciliano. <i>Modeling and Control of Robot Manipulators</i>. Springer, 2000 		
Mențiuni suplimentare ⁸⁾		
<ul style="list-style-type: none"> - Studenții pot realiza fotografii sau înregistrări audio-video în sălile în care se desfășoară activități didactice numai cu acordul cadrului didactic și în condițiile stabilite de către acesta; - La intrarea în sala în care se desfășoară activitățile didactice, studenții sunt rugați să comute telefoanele mobile pe modul silențios și să nu le folosească în timpul orelor; - <i>Toate materialele primite de către studenți în mod direct sau prin postare pe platforma e-learning sunt supuse legislației naționale și internaționale privind drepturile de autor; acestea pot fi utilizate de către studenți numai în scop didactic; orice altă utilizare sau postare pe site-uri cu acces deschis fără acordul deținătorului drepturilor de autor poate fi pedepsită în conformitate cu legea nr.8/1996 privind drepturile de autor și drepturile conexe și cu Convenția de la Berna.</i> 		

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

În vederea actualizării și îmbunătățirii conținutului disciplinei, cadrul didactic a participat la următoarele activități:

- întâlniri de lucru cu specialiști din producție și angajatori (Automobile Dacia, iPad);
- cu ocazia practicii studenților, organizată pe baza de parteneriate încheiate cu angajatorii;
- schimb de bune practici cu colegi din alte centre universitare (București, Belfort-Montbéliard și Tarbes din Franța).

11. Evaluare

Tip activitate		11.1. Criterii de evaluare	11.2. Metode de evaluare	11.3. Pondere din nota finală
11.4. Curs/	Evaluare finală (40p)	3 subiecte scrise (3x 10 p) + 1 subiect oral (10 p)	Examen scris și oral	40 %
11.5. Seminar/ Laborator/ proiect/ 7)	Evaluare pe parcursul semestrului (60p)	Teme de casă – 20 p	Teme de casă	40 %
		Examinare în cadrul ședințelor de lucrări	Evaluare orală	20 %
11.6. Condiții de promovare: minimum 50 de puncte obținute; 50,...54p → nota 5 ; 55,...64p → nota 6 ; 65,...74. → nota 7 ; 75,...84p → nota 8 ; 85...94p → nota 9 ; 95,...100 p → nota 10 Mențiuni suplimentare/ 8): - la lucrările scrise studenții nu au voie să folosească telefoanele mobile și nici alte echipamente electronice cu excepția calculatoarelor științifice simple/.				
11.7. Standard minim de performanță Standardul minim de performanță pentru promovarea disciplinei " Sisteme de conducere în robotică " include cunoasterea obligatorie a următoarelor aspect: <ul style="list-style-type: none"> - Teoria sistemelor de control (PID, control adaptiv, stabilitatea sistemelor). - Modelarea dinamicii robotului (cinematică, dinamică).- - Planificarea traiectoriilor și controlul mișcării. 				

Data completării

19.02.2025

Titular de curs,

Conf. dr. ing. Andrei-Alexandru BOROIU

.....



Cadru didactic coordonator

Conf. dr. ing. Andrei-Alexandru BOROIU



Data avizării în departamentul
Fabricație și Management Industrial
19.02.2025

Director Departament Fabricație și Management Industrial
Prof. dr. ing. Daniela-Monica IORDACHE

.....

Data aprobării în Consiliul
Facultății (FMT)
19.02.2025

Decan FMT
Conf. dr. ing. Alin-Daniel RIZEA

.....

