

FIȘA DISCIPLINEI
Anul universitar 2024/2025

Decan,
Conf.univ.dr.ing. Gelu IANUȘ

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	MECANICA
1.3 Departamentul	Inginerie Mecanica, Mecatronica si Robotica
1.4 Domeniul de studii	Mecatronica si Robotica
1.5 Ciclu de studii	Master
1.6 Programul de studii	Sisteme Robotizate

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei/Cod	Roboți pășitori Walking robots						
2.1.2. Codul disciplinei	SR.IA. 207						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf.univ.dr.ing. Emil Budescu						
2.3 Titularul activităților de aplicații	Conf.univ.dr.ing. Emil Budescu						
2.4 Anul de studii	2	2.5 Semestrul	3	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Tipul disciplinei	DS

3. Timpul total estimat al activităților zilnice (ore pe semestru)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care 3.2 curs	2	3.3a sem.	-	3.3b laborator	-	3.3c proiect	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care 3.5 curs	28	3.6a sem.	-	3.6b laborator	-	3.6c proiect	14
Distribuția fondului de timp									Nr. ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe									30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren									25
Pregătire seminarii/laboratoare/proiecte, teme, referate și portofolii									21
Tutoriat									5
Examinări									2
Alte activități:									-
3.7 Total ore studiu individual	83								
3.8 Total ore pe semestru	125								
3.9 Numărul de credite	5								

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum ¹²	Metode și tehnici de analiză și proiectare asistată (MTC.DI.DS.101), Microsisteme electromecanice (MSR.DI.DS.103)
4.2 de competențe	Utilizarea noțiunilor fundamentale de matematică, fizică, rezistența materialelor, mecanisme și organe de mașini și de programarea calculatoarelor

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului ¹³	• Cu videoproiectorul
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului ¹⁴	• Cu calculatorul

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

6.1 Obiectivul general al disciplinei	- Formarea competențelor necesare proiectării asistate aplicate roboților pășitori, prin utilizarea mediilor CAD și a metodelor de simulare cinematică și dinamică. - Dezvoltarea abilităților de analiză, modelare și optimizare a ansamblurilor mecatronice complexe destinate mersului autonom. - Pregătirea studenților pentru integrarea conceptelor de biomecanică, control și sinteză cinematică în proiectarea roboților mobili cu mers articulată.
6.2 Obiectivele specifice	- Însușirea cunoștințelor privind modelarea tridimensională și asamblarea organelor de mașini componente ale roboților pășitori. - Aplicarea metodelor de simulare cinematică și dinamică pentru validarea mersului roboților bipede, patrupezi și multipezi. - Analiza soluțiilor structurale inspirate bionic, utilizate pentru stabilitate, echilibru și adaptabilitate în mers. - Generarea documentației tehnice necesare pentru fabricarea componentelor și evaluarea performanțelor robotului proiectat.

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	• Cunoaște principiile de bază ale proiectării asistate aplicabile sistemelor robotizate pășitoare. • Înțelege structura cinematică a roboților mobili (bipede, patrupezi, multipezi) și modul în care aceasta influențează mersul și echilibrul. • Are cunoștințe privind traiectoriile mersului, stabilitatea (statică și dinamică), și algoritmi de control al poziției și al centrului de greutate.
Apținuturi	• Creează modele 3D detaliate ale roboților pășitori și le integrează în ansambluri funcționale. • Simulează și analizează mersul folosind metode avansate de analiză cinematică și dinamică. • Realizează proiecte complete, de la concepție până la documentația tehnică, pentru roboți bipede, patrupezi sau inspirați bionic.
Responsabilitate și autonomie	• Demonstrează autonomie în gestionarea proiectelor CAD pentru roboți pășitori, inclusiv în modelarea, simularea și evaluarea performanței. • Evaluează critic soluțiile propuse pentru mersul robotului și optimizează traiectoriile, structura și algoritmi de control. • Manifestă responsabilitate în respectarea cerințelor funcționale, tehnologice și de siguranță ale sistemelor robotizate mobile.

7. Conținuturi

8.1 Curs (28 ore)	Metode de predare	Observații
1. Introducere: Sistemele robotizate autonome, Clasificare, tipuri fundamentale de locomotie. Robotii pasitori, avantaje si dezavantaje față de alte tipuri de roboți mobili. (2 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
2. Structura unui robot pasitor: sistem dinamic multi-corp format din corpul robotului si un număr de picioare având structuri similare lanțurilor cinemateice ale roboților de tip manipulator. (2 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
3. Modele cinemateice si dinamice ale mersului. Definirea coordonatelor geometrice pentru fiecare model structural de robot pasitor. Metode pentru determinarea parametrilor de pozitie, liniari si unghiulari, in functie de timp si a traiectoriilor periodice; determinarea parametrilor cinemateici de ordinul unu si doi. Caracteristici geometrice spatiale si temporale ale mersului. Echilibrul dinamic pentru modelele structurale de roboți pasitori. (4 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
4. Echilibrarea statica si dinamica pentru modelele structurale de roboți pasitori. Soluții bionice pentru echilibrare in timpul mersului; adaugarea elementelor suplimentare. (2 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
5. Roboți bipezi: structura mecanica si de control, aspecte de baza ale dinamicii robotilor bipezi, criterii de stabilitate, punctele de contact coplanare si non-coplanare, stabilitatea Lyapunov, rotația piciorului și rata zero de modificare a momentului unghiular, miscari periodice, planificarea secvenței pasului, calea circulara standard cu ajutorul celor 3 parametri ai mersului (lungimea pasului in plan sagital si in directia laterala si unghiul de intoarcere a pasului), planificarea secvenței de pas reactiv, spatiul de sarcina, orientarea relativă a piciorului și orientarea absolută a partii superioare a corpului robotului, generarea traiectoriei piciorului, generarea traiectoriei centrului de gravitatie, centrul de gravitatie dinamic, distributia fortei de contact, control feed-back, controlul pozitiilor articulare, mersul autonom. (8 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
6. Roboți patrupezi: structura mecanica si de control, aspecte de baza ale dinamicii robotilor patrupezi, sincronizarea mersului membrelor inferioare, controlul cuplelor de rotatie, echilibrarea dinamica, fortele de contact si de frecare, conul de contact, mersul inapoi, mersul lateral, ridicarea dupa alunecare, mersul autonom, erorile de pozitionare si feed-back-ul controlului, actuatori utilizati, caculul sarcinii utile. (4 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
7. Roboți multipezi: tipuri de roboți multipezi, avantaje si dezavantaje, controlul pozitionarii tuturor cuplelor cinemateice, sincronizarea mersului, structuri cinemateice pentru robotii multipezi, analiza cinemateica inversa a pozitiilor, determinarea pasului de mers, problematica pozitiilor singulare, platforme rigide si platforme mobile pentru corpul robotului, actuatori utilizati. (4 ore).	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv
8. Roboți speciali inspirați din bionica: roboți taratori, roboți agatatori, roboți plutitori etc. (2 ore)	Cu videoproiectorul; Traditional	Interactiv

Bibliografie curs:

- [1] BostonDynamics. Company website for the Petman robot. 2010/07/25.
url:http://www.bostondynamics.com/robot_petman.html.
- [2] Craig, J. and Raibert, M. "A Systematic Method of Hybrid Position/Force Control of a Manipulator". In: Computer Software and Applications Conference, IEEE Computer Society. 1979.
- [3] Fujimoto, Y. and Kawamura, A. "Proposal of biped walking control based on robust hybrid position/force control". In: Robotics and Automation, 1996. Proceedings., 1996 IEEE International Conference on. Vol. 3. Apr. 1996, 2724–2730 vol.3. doi: 10.1109/ROBOT.1996.506574.
- [4] Honda Motor Company. History of the Honda robots. 2010/04/29. url:

http://world.honda.com/ASIMO/history/e4_e5_e6.html . [5] Karam, W. and Mare, J.-C. "Modelling and simulation of mechanical transmission in roller-screw electromechanical actuators". In: Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal 81 (2009), pp. 288–298. [6] Miura, H. and Shimoyama, I. "Dynamic Walk of a Biped". In: The International Journal of Robotics Research 3 (1984), pp. 60–74. doi: 10.1177/027836498400300206.		
8.2c Proiect (14 ore)	Metode de predare ²⁰	Observații
1. Prezentarea temei de proiect: la alegere, robot biped, umanoid sau robot patruped; datele initiale. 2. Elaborarea schemei structurale pentru robotul pasitor ales. 3. Calcule dimensionale: antropometrice sau ale aparatului locomotor la un patruped biologic. 4. Analiza cinematica si dinamica a mersului robotului ales. 5. Controlul miscarii cuplelor cinematice pentru sincronizarea mersului. 6. Elaborarea desenului de ansamblu pentru robotul pasitor. 7. Prezentarea proiectului si discutii.	Calculato. Traditionl	Interactiv
Bibliografie aplicații (proiect): [1] Budescu, E., Iacob, I., Bazele biomecanicii in sport, Editura Universitatii „Alexandru Ioan Cuza” Iasi, 2005. [2] Craig, J.J., Introduction to robotics: mechanics and control. Addison Wesley, 2 nd edition, 1989. [3] https://vetcorbeanca.ro/anatomie-schelet-caine/		

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

Continutul disciplinei este coroborat cu necesitățile angajatorilor din domeniile: electromecanica, echipamente industriale, mecatronica si robotica.

9. Evaluare

9. Evaluare				
Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare		10.3 Pondere din nota finală
10.4a Examen / Colocviu	• Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)	Teste pe parcurs ²² :	%	50 % (minim 5)
		Teme de casă:	%	
		Alte activități ²³ :	%	
		Evaluare finală:		
10.4d Proiect	• Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese	• Discutii la fiecare etapa • Prezentarea proiectului		50 % (minim 5)
10.5 Standard minim de performanță ²⁴				

Data completării,
10.09.2024

Semnătura titularului de curs,
Conf.dr.ing. Emil Budescu

Semnătura titularului de aplicații,
Conf.dr.ing. Emil Budescu

Data avizării în departament,

12.09.2024

Director departament,

Prof.univ.dr.ing. Ioan DOROFTEI

¹ Licență / Master

² 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

³ 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

⁴ Examen, colocviu sau VP A/R – din planul de învățământ

⁵ DF - disciplină fundamentală, DID - disciplină în domeniu, DS – disciplină de specialitate sau DC - disciplină complementară - din planul de învățământ

⁶ Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc)

⁷ Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

⁸ Între 7 și 14 ore

⁹ Între 2 și 6 ore

¹⁰ Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

-
- ¹¹ Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 24 de ore pe credit.
- ¹² Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente
- ¹³ Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.
- ¹⁴ Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.
- ¹⁵ Competențele din Grilele G1 și G1 bis ale programului de studii, adaptate la specificul disciplinei, pentru care se repartizează credite (www.rncis.ro sau site-ul facultății)
- ¹⁶ Din planul de învățământ
- ¹⁷ Creditele alocate disciplinei se distribuie pe competențe profesionale și transversale în funcție de specificul disciplinei
- ¹⁸ Titluri de capitole și paragrafe
- ¹⁹ Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicii studiate, utilizare videoproiector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)
- ²⁰ Studii de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.
- ²¹ Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii
- ²² Se va preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.
- ²³ Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.
- ²⁴ Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.