

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Departamentul de Electrotehnică
Domeniul de studii	Inginerie Electrică
Ciclul de studii	Masterat
Programul de studii/calificarea	Tehnici avansate în mașini și acționări electrice / masterat în inginerie electrică

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	MODELAREA ȘI COMANDA ROBOȚILOR				
Titularul activităților de curs	conf.dr.ing. Popa Cezar-Dumitru				
Titularul activităților de laborator	conf.dr.ing. Popa Cezar-Dumitru				
Anul de studiu	I	Semestrul	2	Tipul de evaluare	E
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DSI – Discipline de sinteză; DAP – Discipline de aprofundare				DAP
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I.a) Număr de ore, pe săptămână	2	Curs	1	Seminar		Laborator	1	Proiect	
I.b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învățământ	28	Curs	14	Seminar		Laborator	14	Proiect	

II. Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	21
II.b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	14
II.b) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	9
II.d) Tutoriat	0
III. Examinări	3
IV. Alte activități: pregătire participare la manifestări științifice, activitate cercetare coordonată	0

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	44
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	75
Numărul de credite	3

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	Roboți industriali/Sisteme flexibile de fabricație/Automatizări industriale
Competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	Videoproiector, suport electronic pentru curs	
Desfășurare aplicații	Seminar	
	Laborator	Software specializat, suporturi electronice pentru aplicații, standuri pentru testare aplicații, manuale și materiale auxiliare utilizate pentru aplicații specifice
	Proiect	

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C1. Aplicarea creativă a cunoștințelor și metodelor specifice domeniului ingineriei electrice C2. Operarea cu concepte și tehnici avansate din domeniul mașinilor și acționărilor electrice C4. Proiectarea și optimizarea sistemelor complexe de acționare sau de automatizare industrială
Competențe transversale	

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

Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea modalităților de modelare a roboților, evidențiindu-se avantajele și limitele metodelor actuale și importanța determinării unui model matematic corect în rezolvarea problemelor de comandă a roboților. Cu ajutorul elementelor de teorie și a exemplelor practice sunt evidențiate principalele modele directe și inverse: modelul geometric, modelul cinematic și modelul dinamic. În partea a doua a cursului se prezintă principalele arhitecturi ale sistemelor de comandă utilizate în construcția roboților industriali și a roboților mobili precum și importanța alegerii algoritmilor de comandă în cuplu și viteză în funcție de tipul aplicației ce urmează a fi dezvoltată. Implementarea secvențelor uzuale de comandă este exemplificată pentru fiecare caz în parte prin programe comentate.
Obiective specifice	1. Cursul oferă studenților posibilitatea de a aprofunda cunoștințele teoretice din domeniul ingineriei electrice necesare proiectării și programării sistemelor robotizate în vederea dobândirii competențelor pentru rezolvarea sarcinilor complexe ce se impun sistemelor de automatizări industriale moderne. 2. În cadrul orelor de laborator se urmărește însușirea de către studenți a modalităților de aplicare practică a cunoștințelor teoretice dezvoltate la curs.

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. MODELAREA ROBOȚILOR INDUSTRIALI 1.1. Reperarea unui punct în sisteme de coordonate 1.2. Transformări de vectori și coordonate 1.2.1. Reperarea solidului în sisteme de coordonate 1.2.2. Metoda cosinusurilor directe 1.2.3. Metoda unghiurilor Euler 1.2.4. Metoda D-H 1.2.5. Metoda quaternionilor 1.2.6. Metoda vectorului de rotație 1.3. Modelul geometric al roboților 1.3.1. Modelul geometric direct 1.3.2. Determinarea modelului geometric direct pe baza analizei geometrice 1.3.3. Determinarea modelului geometric direct al structurilor mecanice deschise prin metoda D-H 1.3.4. Modelarea structurilor mecanice purtătoare de tip RRR 1.3.5. Modelarea structurilor mecanice 1.3.6. Modelul geometric invers 1.3.7. Determinarea modelului geometric invers pe baza analizei geometrice	4	Resurse procedurale: expunerea orală, utilizarea cunoștințelor anterioare, introducerea gradată a noilor cunoștințe, exemple demonstrative, discuții pe problemă cu explicarea necesității și modului în care cunoștințele dobândite se vor folosi ulterior.	
1.4. Modelul cinematic al roboților 1.4.1. Modelul cinematic direct 1.4.2. Modelul cinematic invers 1.5. Modelul dinamic al roboților 1.5.1. Modelarea forțelor statice 1.5.2. Determinarea forței la contactul cu un obstacol. Noțiunea de compliantă	2	Resurse materiale: Pentru prezentarea suportului grafic al cursului (distribuit în format electronic studenților), elementelor multimedia se folosește videoproiectorul iar pentru activități de predare, explicații suplimentare se utilizează tabla.	
2. COMANDA ROBOȚILOR 2.1. Arhitectura materială a sistemului de comandă a roboților 2.1.1. Funcțiile sistemului de comandă 2.1.2. Arhitectura generală a sistemelor de comandă 2.1.3. Arhitectura sistemelor de comandă monoprosesor 2.1.4. Arhitectura sistemelor de comandă multiprosesor - Clasificarea arhitecturilor de procesare paralelă - Arhitecturi multiprosesor pentru roboți - Sisteme multiprosesor de comandă a roboților mobili 2.2. Modalități de generare a traiectoriei 2.2.1. Generarea traiectoriilor cu ajutorul limitatorilor de poziție 2.2.2. Generarea traiectoriilor de tip punct cu punct 2.2.3. Generarea traiectoriilor de tip continuu	4		
2.3. Interpolatoare de traiectorie	4		

Fișa disciplinei

2.3.1.	Algoritmi de interpolare cu comandă în poziție			
2.3.2.	Algoritmi de interpolare cu comandă în viteză			
2.4.	Strategii de comandă a acționărilor roboților			
2.4.1.	Comanda după viteză			
2.4.2.	Comanda după cuplu			
2.4.3.	Comanda PI după viteză			
2.4.4.	Comanda PD după cuplu			
2.4.5.	Comanda după cuplu cu complianță activă			
Bibliografie				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lovasz E. C., <i>Robotică avansată</i>, Editura Politehnica Timișoara, 2013 2. Borangiu Th., <i>Advanced Robot Motion Control</i>, Editura Academiei Române și AGIR, București, 2004 3. Panescu D., Dumbravă Șt., <i>Sisteme de control a roboților, modelare cinematică</i>, Editura Politehnicum, Iași, 2009 4. Pozna C., <i>Modelarea Robotilor cu post fix</i>, Editura MatrixRom, 2016 5. Petrescu F., Petrescu R., <i>Sisteme mecanice seriale și paralele</i>, LULU Publisher, London , UK, 2011 6. Popa C., <i>Comanda roboților industriali</i>, referate de laborator, 2020 (5 ex.) 7. Armaș I., <i>Proiectare în mecatronică și robotică</i>, Editura A.G.I.R., 2011. 8. Toth-Tașcău M., <i>Cinematica și dinamica roboților inteligenți</i>, Editura Politehnica, Timișoara, 2002 9. Toth-Tașcău M., Dreucean M., <i>Elemente de robotică</i>, Editura Politehnica, Timișoara, 2008 10. Siciliano, B., Sciavicco, L., Villami, L., Oriolo, G. <i>Robotics. Modelling, Planning and Control</i>, Springer-Verlag, London, 2010. 11. Borangiu T., Dumitrache, A., Anton, F. D., <i>Programarea roboților</i>, Editura A.G.I.R., 2010. 12. Ștefănoiu D., Borangiu Th., Ionescu Fl., <i>Robot Modeling and Simulation. Applications and Solved Problems</i>, Editura Academiei Române și AGIR, București, 2004 13. Panfir A.N., <i>Sistem inteligent de cooperare a roboților mobili în medii industriale</i>, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Brașov, 2014 14. Chircor, M., Curaj, A., <i>Elemente de cinematica, dinamica și planificarea traiectoriilor robotilor industriali</i>, Editura Academiei Romane, Bucuresti. 132 p., ISBN 973-27-0850-6, Cota: T III 17188, 2001 (1 ex.) 15. Ciobanu Lucian, <i>Elemente de proiectare a sistemelor flexibile de fabricație și a roboților industriali</i>, Editura Bit, 409 p. ISBN 973-97907--6-3, Cota: T III 16008, 1998 (3 ex.) 16. Borangiu T., Ionescu F., <i>Robot Modelling and Simulation</i>, Editura AGIR, Bucuresti, 2002 (1ex.) 17. Vasile D., <i>Roboți cu destinații speciale</i>, Curtea Veche, București, 216 p., ISBN 973-9467-26-1, Cota: T III 18140, 2003 (2 ex.) 18. Siegwart, R.,Nourbackhsh, I., <i>Introduction to Autonomous Mobile Robots</i>, The MIT Press, Massachusetts, 2004. 19. Grigore L. T., <i>Aplicații de navigație inerțială cu senzori miniaturizați</i>, Editura SITECH, 2013. 20. Handra-Luca V., Brisan C., Bara M., [et al.], <i>Introducere în modelarea roboților cu topologie specială</i>, Editura Dacia, Universitaria Seria Tehnica, Cluj-Napoca, 220 p., ISBN 973-35-0982-5, Cota: T III 17942, 2003, (1 ex.) 21. Brad S., <i>Fundamentals of competitive design in robotics : principles, methods and applications</i>, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 410 p., ISBN 973-27-1065-9, Cota: T III 18294, 2004 (2 ex) 				

Aplicații (Laborator)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Laborator			
1. Protecția muncii. Familiarizarea cu aparatura din laborator.	2	Discuții în grup restrâns,	
2. Comanda axei robotizate cu ajutorul microcontrolerului BS2p	2	clarificare	
3. Robot mobil cu comandă vocală RMV - 1.	2	conceptuală,	
4. Sisteme de transmisie a datelor de pe roboții mobili	2	experimentul	
5. Comanda avansată a roboților mobili autonomi prin utilizarea senzorilor inteligenți: sonar, busolă digitală, GPS	6	condus, cunoașterea prin descoperire.	
Bibliografie			
1. Popa C., <i>Comanda roboților industriali</i> , referate de laborator, 2014 (5 ex.) , format electronic			

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

Conținutul cursului și al laboratorului este în concordanță cu cerințele angajatorilor în ceea ce privește cunoașterea principiilor de realizare a structurilor de comandă pentru roboți.
 Compatibilitatea națională și internațională a disciplinei.
 Conținutul materiei este similar cu cel al disciplinei cu denumire identică sau echivalentă predată la: Universitatea Politehnica București, *Sisteme de conducere a roboților*, Norwegian University of Science and Technology,

Trondheim, *Modeling and Control of Robots* (TTK4195-NTNU), Linköping University, Department of Electrical Engineering, *Robot Modelling and Control* (MAE345), Princeton University, School of Engineering and Applied Science, *Robotics and Intelligent Systems* (MAE 345).

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Gradul de înțelegere a tematicii prezentate la curs și capacitatea de analiză a unor probleme ingineresti	Evaluare sumativă (scris și oral).	50 %
Seminar			
Laborator	Modul de pregătire la lucrările practice	Evaluare continuă prin metode orale	50 %
	Gradul de îndeplinire a cerințelor referitoare la modul de finalizare a referatelor	Evaluare sumativă	
Proiect			

Standard minim de performanță

Standarde minime pentru nota 5:

- efectuarea tuturor activităților de laborator;
- stăpânirea noțiunilor elementare, problemelor de principiu pe care se bazează disciplina, cunoașterea noțiunilor de bază în procent de 60 % din necesarul de informație pentru subiectele de examen;
- capacitatea de a utiliza corect termenii de specialitate, în context, de a prezenta coerent subiectele.

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
20.09.2020		

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
25.09.2020	

Data aprobării în Consiliul Facultății	Semnătura decanului
1.10.2020	