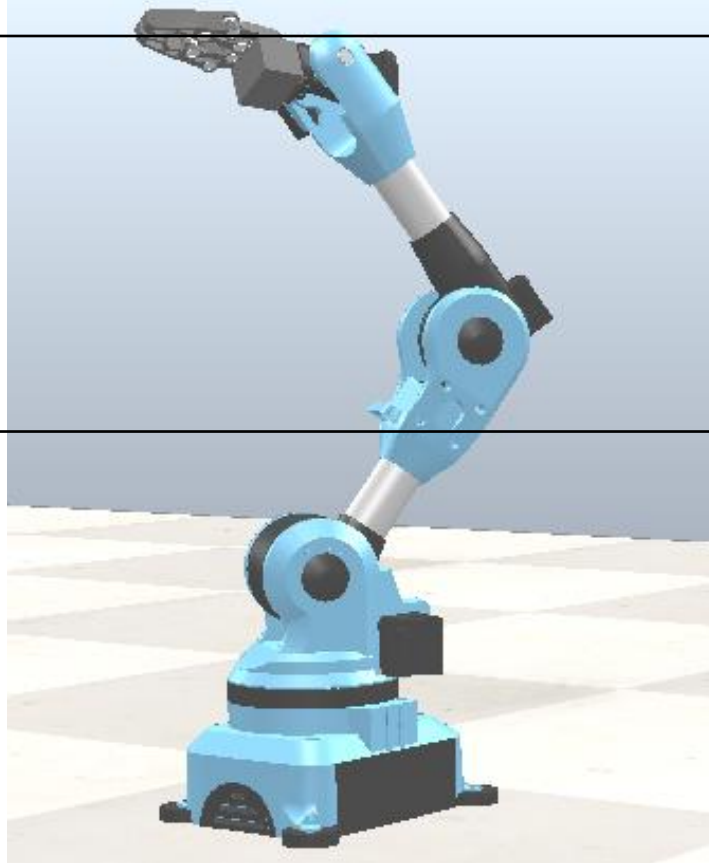


Ghenadi Adrian Stelian – *coordonator*
Raveica Ionel Crinel

**DINAMICA SISTEMELOR MECANICE
PENTRU MECATRONICĂ**
Curs și aplicații



EDITURA „ALMA MATER”
BACĂU, 2022

Cuprins

<i>PREFAȚĂ</i>	9
Introducere.....	9
Obiectivele acestei cărți.....	10
<i>Capitolul 1 Introducere</i>	11
1.1. Ce este Mecatronica ? Definiții de bază	11
1.2. Construcția sistemelor mecatronice.....	13
1.3. Construcția și proiectarea sistemului mecanic din componența produselor mecatronice.....	17
1.4. Sisteme mecanice specifice construcțiilor mecatronice	20
1.5. Domenii de utilizare a sistemelor mecatronice	22
<i>Capitolul 2 Caracteristici ale structurilor mecanice din componența structurilor mecatronice</i>	25
2. 1. Sistemul mecanic al roboților industriali	26
2.1.1. Introducere	26
2.1.2. Soluții tipice de cuple cinematice de translație și rotație	29
2.2. Modelarea structurilor mecanice de manipulare	33
2.2.1. Lanțul cinematic. Clasificare.	34
2.2.2. Formula structurală a lanțurilor cinematice	35
2.2.3. Analiza și proiectarea mecanismelor	35
2.2.4. Calculul gradului de mobilitate al mecanismului	35
2.3. Spațiul de lucru al unei structuri mecanice de manipulare	36
<i>Capitolul 3 Proiectare și modelare</i>	40
3.1. Generalități	40
3.2. Modelarea fizică.....	44

3.3. Modelarea analogică.....	44
3.4. Categoriile de modele frecvent utilizate în construcția de mașini	47
<i>Capitolul 4 Considerații privind modelarea structurilor mecanice de manipulare</i>	49
4.1. Modelarea structurilor mecanice de manipulare.....	49
4.2. Analiza pozițională.....	50
4.2.1. Noțiuni generale privind analiza structurilor mecanice de manipulare	50
4.2.2. Configurații uzuale ale structurilor de manipulare	55
4.3. Modelarea geometrică a roboților	57
4.3.1. Modelul geometric direct.....	58
4.3.2. Modelul geometric invers	66
<i>Capitolul 5 Analiza cinematică a structurilor articulate deschise și închise.....</i>	68
5.1. Determinarea matricilor de transfer.....	69
5.2. Determinarea relației de recurență în analiza de viteze.....	71
5.3. Determinarea relației de recurență în analiza de accelerații	73
5.4. Analiza preciziei de poziționare.....	75
5.4.1. Precizia de poziționare	75
5.4.2. Mișcarea relativă a punctului	76
5.4.3. Analiza cinematică a structurilor articulate deschise și închise	77
<i>Capitolul 6. Elemente de teoria sistemelor în modelarea sistemelor mecatronice</i>	79
6.1. Analiza și sinteza servosistemelor.....	82
6.2. Modelarea matematică a sistemelor	83
6.3. Liniarizarea modelelor matematice neliniare	84

6.4. Liniarizarea modelului matematic în jurul unor puncte de funcționare.	84
--	-----------

<i>Capitolul 7 Produse software specifice, utilizate în analiza și sinteza mecanismelor.....</i>	86
---	-----------

7.1. Programe dezvoltate de firma Heron Technologies (Olanda)	86
--	-----------

7.1.1. Programul WATT PROFESSIONAL	87
7.1.2. Prezentarea generală a programului [6]	88
7.1.3. Cum lucrează programul?	93
7.1.4. Definierea unei traiectorii cerute.....	93
7.1.5. Editarea unghiului de rotație	95
7.1.6. Importul de date din Excel	95
7.1.7. Definierea ariilor amplasării legăturii de bază a pivotului.....	96
7.1.8. Definierea ariilor amplasării pivotului elementului de ieșire.....	98
7.1.9. Sinteza mecanismelor	98
7.1.10. Selectarea unui tip de mecanism	99
7.1.11. Sinteza și generarea mecanismelor	100
7.1.12. Evaluarea rezultatelor.....	101
7.1.13. Optimizarea	103
7.1.14. Exportul de date în format Excel.....	105
7.1.15. Transpunerea datelor finale în format HTML	105

<i>Capitolul 8. Analiza comportării dinamice a structurilor articulate deschise</i>	108
--	------------

8.1. Teoreme generale în dinamica clasică	108
--	------------

8.1.1. Teorema impulsului	108
8.1.2. Teorema momentului cinetic	109
8.1.3. Teorema de variație a energiei cinetice	110
8.1.4 Principiul lucrului mecanic virtual	111

8.2. Importanța studiului comportării dinamice a roboților și manipulatorilor.....	114
---	------------

8.3. Analiza comportării dinamice a structurilor articulate prin metoda torsorului P-Q și a matricilor de incidență și transfer	117
--	------------

8.3.1. Teoria grafurilor utilizate în analiza dinamică a structurilor.....	117
8.3.2. Determinarea matricilor de incidență și transfer	118
8.3.3. Determinarea relației matriciale a forțelor active și a reacțiunilor din cuple.....	120
8.3.4. Determinarea relației matriciale a momentelor active din cuple	123
8.4. Analiza comportării dinamice a structurilor articulate deschise cu ajutorul ecuațiilor Lagrange de speța a doua.	127
Capitolul 9 Probleme specifice în proiectarea structurilor mecatronice.....	133
9.1. Etape și probleme ale proiectării structurilor mecanice și mașinilor moderne	133
9.2. Automatizarea proiectării	137
Capitolul 10 Utilizarea formalismului Lagrange de speța a II-a în construirea modelului dinamic	140
10.1 Aplicații privind modelarea comportării dinamice a dispozitivului pentru schimbarea automată a sculei pentru centre de prelucrare [5]	140
10.2 Analiza funcțională	141
10.3. Analiza structurală	143
10.3.1. Analiza structurală a mecanismului plan care realizează mișcarea de transfer	143
10.3.2. Analiza structurală a mecanismului spațial tip mână mecanică (autooperator)	144
10.3.3. Concluzii privind structura optimă a mecanismului pentru schimbarea automată a sculei	147
10.4. Model matematic al comportării dinamice pentru mecanismul de schimbare automată a sculei	148
10.4.1. Descrierea metodei de analiză a comportării dinamice a MSAS, de la centrul de prelucrare CPFH-500, folosind ecuațiile Lagrange de speța	

<i>a-II-a</i>	148
10.4.2. Metoda de generare a ecuațiilor comportării dinamice, bazată pe formalismul Lagrange, al structurii articulate a MSAS	149
10.4.3. Contribuții privind influența numărului și a masei sculelor de manipulat asupra performanțelor dinamice ale MSAS.	154
10.4.4. Modelul dinamic al structurii de acționare	155
10.4.5. Particularizarea ecuațiilor de echilibru dinamic în cazul MSAS acționate cu motoare hidraulice	160
10.5. Concluzii și aprecieri asupra metodei realizării modelului comportării dinamice a MSAS	164
10.6. Cercetarea asistată a comportării dinamice a MSAS la centrul de prelucrare CPFH - 500	165
10.6.1. Liniarizarea modelului matematic propus	165
10.6.2. Simularea numerică a comportării dinamice a MSAS	170
10.7. Analiza parametrilor și performanțelor comportării dinamice pe baza caracteristicilor indiciale	173
10.7.1. Parametrii caracteristici dinamici folosiți în evaluarea performanțelor dinamice ale MSAS	173
10.7.2. Interpretarea rezultatelor	174
10.7.3. Interpretarea rezultatelor simulării numerice pentru mișcarea de translație a MSAS (după coordonata q_1)	175
Capitolul 11 Analiza structurală a robotului de laborator Mitsubishi RV-2AJ	180
11.1. Prezentarea generală a robotului Mitsubishi RV-2AJ	180
11.2. Prezentarea funcțională a robotului Mitsubishi RV-2AJ	183
11.2.1 Structura organologică și cinematică a acționării axei J1, J2 și J3	184
11.2.3 Structura cinematică a axei J3	185

11.2.4 Structura cinematică a axei J4	186
11.2.5 Structura cinematică a axei J5	187
11.3. Sistemul de acționare	188
11.4. Sistem de reducere a turatiei. Reductor armonic	191
11.5. Transmisia prin curele dințate	193
11.6. Cursele și spațiul de lucru a robotului Mitsubishi RV-2AJ	194
11.7. Modelarea și simularea unui braț a robotului Mitsubishi RV-2AJ.....	196
<i>Capitolul 12. Aplicații didactice de laborator.....</i>	202
Lucrarea de laborator nr. 1 Elementele constructive și determinarea parametrilor cinematici ai microelevatorului autoportant RTT	203
Lucrarea de laborator nr. 2 Studiul experimental al comportării dinamice a roboților de tip braț articulată pentru diverse sarcini de manipulare.....	210
Lucrarea de laborator nr. 3 Studiul experimental al comportării dinamice a roboților de tip BA pentru diverse forțe de echilibrare.....	212
Lucrarea de laborator nr.4 Determinarea experimentală a accelerației și vitezei brațului la roboții de tip BA.....	216
Lucrarea de laborator nr. 5 Determinarea experimentală a comportării dinamice a roboților tip BA cu acționare cu motoare de curent continuu pentru diverse trepte de tensiune de alimentare	219
Lucrarea de laborator nr. 6 Analiza cinematică asistată a roboților industriali cu lanț cinematic deschis	224
Lucrarea de laborator nr. 7 Studiul dinamic asistat al comportării dinamice a roboților industriali cu lanț cinematic deschis	228
<i>BIBLIOGRAFIE</i>	235