

*Universitatea din Bacău
Facultatea de Inginerie*

Ghenadi Adrian

Silav Constantin

Structuri Mecanice pentru Mecatronică

*Note de curs
Lucrări de laborator
Îndrumar de proiectare*

- Bacău -

CUPRINS

Introducere.....	7
CAPITOLUL 1 Teoreme generale în dinamica clasică..	8
1.1. Teorema impulsului.....	8
1.2. Teorema momentului cinetic.....	9
1.3. Teorema de variație a energiei cinetice.....	9
1.4 Principiul lucrului mecanic virtual.....	10
Simpla rezemare.....	10
CAPITOLUL 2 Modelarea structurii mecanice a unui sistem mecatronic.....	13
2. 1. Sistemul mecanic al roboților industriali.....	13
2.1.1. Introducere.....	13
2.1.2. Soluții tipice de cuple cinematice de translație și rotație.....	14
2.2. Modelarea structurilor mecanice de manipulare.....	17
2.3. Spațiul de lucru al unei structuri mecanice de manipulare.....	18
2.4. Analiza pozițională.....	20
2.4.1. Noțiuni generale privind analiza structurilor mecanice de manipulare.....	20
2.4.2. Configurații uzuale ale structurilor de manipulare.....	24
CAPITOLUL 3 Modelarea geometrică a roboților.....	28
3.1. Modelul geometric direct.....	28
3.2. Modelul geometric invers.....	35
3.3. Analiza cinematică a structurilor articulate deschise și închise.....	36
CAPITOLUL 4 Analiza comportării dinamice a structurilor articulate deschise.....	37
4.1. Importanța studiului comportării dinamice a roboților și manipulatorilor.....	37
4.2. Analiza comportării dinamice structurilor articulate deschise.....	37
CAPITOLUL 5. Noțiuni generale privind sistemele mecatronice.....	38
5.1. Noțiuni generale privind sistemele automate.....	38
5.2. Analiza și sinteza servosistemelor.....	40
5.3. Modelarea matematică a sistemelor.....	41
5.4. Liniarizarea modelelor matematice neliniare.....	41
5.5. Liniarizarea modelului matematic în jurul unor puncte de funcționare.....	42
CAPITOLUL 6 Analiza preciziei de poziționare.....	43
6.1. Precizia de positionare.....	43
6.2. Mișcarea relativă a punctului.....	44
CAPITOLUL 7 Analiza cinematică a structurilor articulate deschise și închise.....	45
7.1. Determinarea matricilor de transfer.....	45

7.2. Determinarea relației de recurență în analiza de viteze	47
7.3. Determinarea relației de recurență în analiza de accelerații	49

***CAPITOLUL 8 Analiza comportării dinamice a
structurilor articulate deschise*** **51**

8.1. Analiza comportării dinamice a structurilor articulate prin metoda torsorului P-Q și a matricilor de incidență și transfer	53
8.1.1. Teoria grafurilor utilizate în analiza dinamică a structurilor	53
8.1.2. Determinarea matricilor de incidență și transfer	54
8.1.3. Determinarea relației matriciale a forțelor active și a reacțiunilor din cuple	55
8.1.4. Determinarea relației matriciale a momentelor active din cuple	59
8.2. Analiza comportării dinamice a structurilor articulate deschise cu ajutorul ecuațiilor Lagrange de speța a doua	62

***CAPITOLUL 9 Aplicații privind modelarea comportării
dinamice a dispozitivului pentru schimbarea automată a
sculei pentru centre de prelucrare*** **68**

9.1 Analiza funcțională	68
9.2. Analiza structurală	70
9.2.1. Analiza structurală a mecanismului plan care realizează mișcarea de transfer	70
9.2.2. Analiza structurală a mecanismului spațial tip mână mecanică (autooperator)	71
9.2.3. Concluzii privind structura optimă a mecanismului pentru schimbarea automată a sculei	73
9.3. Model matematic al comportării dinamice pentru mecanismul de schimbare automată a sculei	74
9.3.1. Descrierea metodei de analiză a comportării dinamice a MSAS, la centrul de prelucrare CPFH-500, cu ajutorul ecuațiilor Lagrange de speța a-II-a	74
9.3.2. Metoda de generare a ecuațiilor comportării dinamice, bazată pe formalismul Lagrange, al structurii articulate a MSAS	75
9.3.3. Contribuții privind influența numărului și a masei sculelor de manipulat asupra performanțelor dinamice ale MSAS.	79
9.3.4. Modelul dinamic al structurii de acționare	80
9.3.5. Particularizarea ecuațiilor de echilibru dinamic în cazul MSAS acționate cu motoare hidraulice	84
9.4. Concluzii și aprecieri asupra metodei realizării modelului comportării dinamice a MSAS	87
9.5. Cercetarea asistată a comportării dinamice a MSAS la centrul de prelucrare CPFH - 500	88
9.5.1. Liniarizarea modelului matematic propus	88
9.5.2 Simularea numerică a comportării dinamice a MSAS	91
9.6. Analiza parametrilor și performanțelor comportării dinamice pe baza caracteristicilor indiciale	94
9.6.1. Parametrii caracteristici dinamici folosiți în evaluarea performanțelor dinamice ale MSAS	94
9.6.2. Interpretarea rezultatelor	95

9.6.3. Interpretarea rezultatelor simulării numerice pentru mișcarea de translație a MSAS (după coordonata q_1).....	96
<i>Indrumar de laborator</i>.....	100
Lucrarea de laborator nr. 1 Elementele constructive și determinarea parametrilor cinematici ai microelevatorului autoportant RTT	100
Lucrarea de laborator nr. 2 Studiul experimental al comportării dinamice a roboților de tip braț articulată pentru diverse sarcini de manipulare	105
Lucrarea de laborator nr. 3 Studiul experimental al comportării dinamice a roboților de tip BA pentru diverse forte de echilibrare	107
Lucrarea de laborator nr.4 Determinarea experimentală a accelerației și vitezei brațului la roboții de tip BA.....	110
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	112
Lucrarea de laborator nr. 6 Analiza cinematică asistată a roboților industriali cu lanț cinematic deschis.....	115
Lucrarea de laborator nr. 7 Studiul dinamic asistat al comportării dinamice a roboților industriali cu lanț cinematic deschis.....	118
<i>Indrumar de proiectare</i>.....	125
Introducere.....	125
Definiții.....	125
1.Considerații teoretice.....	126
1.1. Etape și probleme ale proiectării structurilor mecanice și mașinilor moderne	126
1.2. Automatizarea proiectării	128
2. Analiza pozițională.....	131
2.1. Noțiuni generale privind analiza structurilor mecanice de manipulare	131
2.2. Configurații uzuale ale structurilor de manipulare	135
3. Modelarea geometrică a roboților.....	138
3.1. Modelul geometric direct	138
3.2. Modelul geometric invers.....	145
3.3. Analiza cinematică a structurilor articulate deschise și închise	146
Tema de proiect	147
Generalitati	148
Analiza și proiectarea mecanismelor	148
Studiul structural și caracteristicile constructive ale mecanismului robot	148
Calculul gradului de mobilitate	149
Analiza cinematică a structurii mecanice de manipulare	152
Transformări de coordonate. Metoda matriceală.....	152
Analiza comportării dinamice a structurilor articulate deschise cu ajutorul ecuațiilor Lagrange de speța a doua.....	155