

PETRU LIVINȚI

**SISTEME DE CONDUCERE
ÎN ROBOTICĂ**

**NOTE DE CURS
ȘI
ÎNDRUMAR DE LABORATOR**

2007

CUPRINS

Pagina

<i>Prefață</i>	3
I. Generalități ale roboților industriali	5
1.1 Introducere în problematica roboților industriali. Definiții.....	5
1.2 Clasificarea roboților industriali.....	7
1.3 Structura generală a unui robot industrial.....	9
1.4 Sistemul de comandă a roboților industriali.....	12
1.4.1 Funcția de comandă. Noțiuni. Definiții.....	12
1.4.2 Structura sistemelor de comandă ale roboților industriali.....	13
1.4.3 Comanda și programarea roboților industriali.....	19
II. Sisteme de acționare electrică	27
2.1 Generalități.....	27
2.2 Ecuația fundamentală a mișcării a unui sistem de acționare electrică..	28
2.3 Raportarea cuplurilor statice și a momentelor de inerție la viteza arborelui motorului	30
2.3.1 Raportarea mișcării de rotație la mișcarea de rotație.....	30
2.3.2 Raportarea mișcării de translație la mișcarea de rotație.....	31
2.4 Determinarea variației vitezei funcție de timp. Constanta de timp nominală de pornire.....	33
2.5 Mașini de lucru. Caracteristici mecanice.....	34
2.5.1 Generalități.....	34
2.5.2 Clasificarea mașinilor de lucru în funcție de caracteristicile lor mecanice.....	35
2.5.2.1 Caracteristici mecanice ale mașinilor de lucru cu cuplu rezistent static dependent de viteză.....	35
2.5.2.2 Caracteristici mecanice ale mașinilor de lucru cu cuplu rezistent static dependent de unghiul pe care un organ al mașinii îl face față de o anumită poziție de referință	37
2.5.2.3 Caracteristicile mecanice ale mașinilor de lucru cu cuplu rezistent static dependent de drumul parcurs.....	39
2.5.3 Caracteristicile mecanice ale mașinilor de lucru pentru care cuplul rezistent static variază neregulat în timp.....	41
2.5.4 Clasificarea mașinilor de lucru funcție de regimul de funcționare.....	41
2.6 Stabilitatea statică a sistemelor de acționare electrică.....	42
III. Acționarea roboților industriali cu motoare de curent continuu ...	45
3.1 Caracteristicile motoarelor de curent continuu din sistemele de acționare electrică ale roboților industriali.....	45
3.1.1 Caracteristicile de pornire	45
3.1.2 Schema de comandă automată a pornirii reostatice a unui motor de curent continuu în funcție de timp	50
3.1.3 Caracteristicile de funcționare.....	52
3.1.4 Caracteristicile de reglare a vitezei de rotație.....	56
3.1.5 Caracteristicile de frânare.....	59

3.2	Regimurile de funcționare ale sistemelor de acționare electrică	63
3.2.1	Regimurile statice de funcționare ale motoarelor electrice.....	64
3.2.2	Regimul tranzitoriu electromecanic de pornire al sistemelor de acționare electrică cu motoare de curent continuu și mașini de lucru cu cuplu rezistent constant ($M_r = \text{const.}$).....	65
3.2.3	Regimuri tranzitorii de frânare	69
3.2.3.1	Variația vitezei în timpul regimurilor tranzitorii de frânare.....	69
3.2.3.2	Variația curentului de sarcina și a cuplului pe arborele motorului în timpul regimurilor tranzitorii de frânare.....	71
3.2.4	Regimurile dinamice ale sistemelor de acționare electrică (SAE) cu mașini de curent continuu	74
3.2.4.1	Ecuatiile regimurilor dinamice.....	75
3.2.4.2	Funcțiile de transfer și schemele bloc ale sistemelor de acționare electrică cu mașini de curent continuu cu excitație independentă.....	76
IV.	Acționarea roboților industriali cu motoare asincrone trifazate...	82
4.1	Cuplul electromagnetic. Caracteristica mecanică a motorului asincron	82
4.2	Pomirea motoarelor asincrone trifazate.....	86
4.2.1	Pomirea motoarelor asincrone trifazate cu rotorul în colivie	86
4.2.2	Pomirea motoarelor asincrone trifazate cu rotorul bobinat	89
4.3	Frânarea și inversarea sensului de rotație la motoarele asincrone trifazate.....	90
4.4	Regimurile dinamice ale sistemelor de acționare electrică cu mașini asincrone trifazate.....	93
4.4.1	Ecuatiile funcționale în regim dinamic ale mașinii asincrone.....	93
4.4.2	Constantele de timp din sistemele de acționare electrică cu mașini asincrone trifazate.....	98
4.5	Metode de reglare a vitezei motoarelor asincrone.....	101
4.5.1	Reglarea vitezei prin variația tensiunii de alimentare.....	101
4.5.2	Reglarea vitezei prin modificarea numărului de perechi de poli.....	102
4.5.3	Reglarea vitezei prin variația frecvenței sursei de alimentare.....	104
V.	Acționarea roboților industriali cu motoare electrice pas cu pas..	108
5.1	Schema bloc de comandă a motoarelor pas cu pas.....	108
5.2	Generatoare de impulsuri.....	108
5.3	Distribuitoare de impulsuri.....	111
5.4	Blocul contactoarelor statice.....	112
5.4.1	Circuite de comutație pentru alimentarea MPP.....	113
5.4.2	Forțarea cu rezistență serie.....	116
5.4.3	Forțarea cu rezistență – condensator.....	117
5.4.4	Forțarea prin tensiune.....	118
5.4.5	Forțarea de tip “CHOPPER”	119
5.5	Metode de supresare	119
5.5.1	Supresarea cu diodă	120
5.5.2	Supresarea cu diode și rezistențe.....	121
5.5.3	Supresare cu diodă ZENER.....	122
5.5.4	Supresarea activă.....	122

5.6	Scheme de alimentare bazate pe forțare.....	124
5.7	Circuite integrate specializate pentru comanda motoarelor pas cu pas.....	126
5.8	Comanda motoarelor pas cu pas în circuit deschis cu microprocesor..	128
5.9	Sisteme de reglare incrementală a poziției cu MPP în circuit închis...	130
VI.	Îndrumar de laborator.....	132
	Lucrarea 1	
	Instrucțiuni de protecția muncii	132
	Lucrarea 2	
	Determinarea în timp real a caracteristicilor mecanice ale motorului asincron trifazat	135
	Lucrarea 3	
	Sistem de comandă a robotului industrial RBH 2.....	138
	Lucrarea 4	
	Sisteme de comandă pentru pornirea stea-triunghi a motorului asincron trifazat.....	142
	Lucrarea 5	
	Reglarea vitezei servomotoarelor de curent continuu cu rotor disc și întrefier axial	146
	Lucrarea 6	
	Comanda cu automat programabil a robotului industrial RBH 2.....	153
	Lucrarea 7	
	Reglarea vitezei motoarelor asincrone.....	156
	Bibliografie.....	163
	Cuprins.....	165