

## PŘEDMLUVA

1.	ÚVOD . . . . .	3
1.1	Systémové pojetí výrobních strojů ve vztahu k manipulaci s materiálem . . . . .	3
1.1.1	Analýza stupně automatizace výrobního stroje vzhledem k výrobnosti . . . . .	3
1.1.2	Výrobní stroj jako systém . . . . .	4
1.2	Rozdělení manipulačních zařízení s příklady typických představitelů . . . . .	7
2.	NÁHRADA ČLOVĚKA ROBOTEM VE VÝROBNÍM PROCESU . . . . .	14
2.1	Systémové pojetí PRaM, rozdělení robotiky . . . . .	14
2.2	Aspekty pro posuzování PRaM . . . . .	16
2.3	Řízení, jako určující složka vývojového stupně PRaM ..	18
2.4	Základní pojmy o řízení PRaM a jejich programování s ohledem na jejich konstrukci . . . . .	20
2.5	Definice robotů, průmyslových robotů a manipulátorů ..	24
2.6	Generace průmyslových robotů . . . . .	27
3.	AKČNÍ SYSTÉM PRŮMYSLVÝCH ROBOTŮ A MANIPULÁTORŮ . . . . .	31
3.1	Kinematické dvojice v konstrukci PRaM, účel, rozdělení a znázornování . . . . .	31
3.2	Kinematický řetězec PRaM, rozdělení ústrojí PRaM .....	32
3.3	Pojezdové (lokomoční) ústrojí . . . . .	34
3.4	Polohovací ústrojí - základní kinematický řetězec (ZKŘ) PRaM a jeho teorie . . . . .	44
3.4.1	Spojení kinematických dvojic v ZKŘ a jejich počet ....	44
3.4.2	Uspořádání kinematických dvojic v jednotlivých spojeních . . . . .	46
3.4.3	Kombinatorické algoritmy uspořádání KD a jejich vyhodnocování . . . . .	47
3.4.3.1	Obecné určení počtu možných uspořádání KD v ZKŘ .....	47
3.4.3.2	Teoretický počet možných uspořádání KD základního kinematického řetězce PRaM se třemi stupni volnosti ..	48
3.4.4	Příklady vyhodnocování kombinatorických algoritmů uspořádání KD v některých jejich spojeních . . . . .	50
3.4.4.1	Vyhodnocení kombinatorického algoritmu uspořádání KD ve spojení TTT . . . . .	50
3.4.4.2	Vyhodnocení kombinatorického algoritmu uspořádání KD ve spojení RTT . . . . .	51
3.4.4.3	Vyhodnocení kombinatorického algoritmu uspořádání KD ve spojení RRT . . . . .	54
3.4.5	Komplexní vyhodnocení všech uspořádání pro konstrukci základního kinematického řetězce PRaM pro tři stupně volnosti ( $n = 3$ ) . . . . .	55
3.4.6	Základní typy PRaM . . . . .	57

3.4.6.1	Charakteristika a příklady základních typů PRaM .....	57
3.4.6.2	Otázky přesnosti polohování základních typů PRaM .....	63
3.4.6.3	Porovnání pracovních prostorů základních typů PRaM ....	67
3.4.7	Odvozené typy PRaM .....	69
3.4.7.1	Typy odvozené ze základních spojení jiným uspořádáním KD .....	69
3.4.7.2	Typy PRaM z odvozených spojení kinematických dvojic ...	72
3.4.8	Speciální případy v pojetí základního kinematického řetězce (ZKŘ) PRaM .....	77
3.4.8.1	Průmyslové roboty s prodlouženým ZKŘ .....	77
3.4.8.2	Průmyslové roboty se zkráceným ZKŘ .....	79
3.4.8.3	Kloubové roboty s paralelogramy .....	80
3.4.9	Další konstrukční faktory, mající vliv na architekturu ZKŘ .....	80
3.5	Orientační ústrojí PRaM .....	86
3.5.1	Teorie stavby orientačního ústrojí PRaM .....	86
3.5.2	Praktická stránka řešení orientačního ústrojí PRaM ....	89
3.5.3	Příklady konkrétního provedení orientačního ústrojí PRaM .....	90
3.5.3.1	Stavebnicové provedení orientačního ústrojí PRaM .....	90
3.5.3.2	Integrované provedení orientačního ústrojí PRaM .....	90
3.5.3.3	Integrovaná orientační ústrojí se dvěma stupni volnosti	94
3.5.3.3.1	Orientační ústrojí vkomponované do koncového členu ZKŘ ..	94
3.5.3.3.2	Orientační ústrojí transformovaná přes dva členy ZKŘ ..	95
3.5.3.4	Integrovaná orientační ústrojí se třemi stupni volnosti	96
4.	ZÁKLADNÍ PRINCIPY STAVBY PRaM .....	103
4.1	Stavebnicové a integrované roboty, modulární systémy ..	103
4.2	Konstrukční řešení translačního pohybu .....	108
4.3	Konstrukční řešení rotačního pohybu .....	116
4.3.1	Rotační pohybové jednotky .....	116
4.3.2	Kývavé jednotky .....	117
4.3.3	Šroubové jednotky .....	122
4.4	Konstrukce některých základních typů PRaM .....	122
4.4.1	Konstrukce cylindrického průmyslového robotu VERSATRAN -500 .....	122
4.4.2	Konstrukce sférického průmyslového robotu UNIMATE-2000	129
4.4.3	Konstrukce antropomorfních robotů typu TRALLFA .....	131
4.5	Netradiční prvky ve stavbě PRaM .....	135
5.	POHONY A PŘEVODY PRaM .....	137
5.1	Rozdělení pohonů PRaM .....	137
5.2	Pohon PRaM elektrickými krokovými motory (KM) .....	138
5.2.1	Princip krokového servopohonu .....	138
5.2.1.1	Základní vlastnosti krokových motorů .....	138
5.2.1.2	Číslicové servopohony s krokovými motory .....	146
5.2.2	Matematicko-fyzikální řešení rozběhu a doběhu servopo- honu s konkrétním krokovým motorem Z 42 ZZ 128 z MEZu Náchod .....	150

	str.
5.2.2.1	Krokový motor Z 42 ZZ 128 a jeho charakteristika ..... 150
5.2.2.2	Řešení rozběhu servopohonu s KM Z 42 ZZ 128 ..... 153
5.2.2.3	Řešení doběhu servopohonu s KM Z 42 ZZ 128 ..... 157
5.2.2.4	Vyhodnocení dynamických možností krokového motoru Z 42 ZZ 128 ..... 161
5.2.3	Zobecnění získaných výsledků pro aplikaci krokových motorů v pohonech PRaM ..... 162
5.2.4	Autonomní servopohon s krokovými motory ..... 165
5.3	Mechanický pohon průmyslových robotů a manipulátorů .. 167
5.4	Kombinované pohony ..... 169
5.4.1	Analýza kombinovaných pohybů ..... 169
5.4.2	Příklady kombinovaných pohonů ..... 171
5.4.2.1	Pneumatickomechanický pohon ..... 171
5.4.2.2	Pneumohydraulický pohon ..... 172
5.4.2.3	Elektrohydraulické pohony ..... 173
5.5	Princip hydraulických servopohonů ..... 175
5.6	Převody v pohonech PRaM ..... 180
5.6.1	Převodovky s vysokým převodovým poměrem ..... 180
5.6.2	Speciální problematika řešení převodů při pohonu s kro- kovými motory ..... 181
DOSLOV	..... 185
POUŽITÁ LITERATURA	..... 186