

# Obsah

Seznam použitých zkratk	6
Seznam použitých značení a symbolů	9
Úvod	10
1 Základní pojmy	12
1.1 Program	12
1.1.1 Programy pro výrobní stroje	12
1.2 Automatický výrobní cyklus	13
1.2.1 Stroje s nepružným pracovním cyklem	13
1.2.2 Stroje s pružným pracovním cyklem	16
1.2.3 Příklady některých strojů s pružným a nepružným pracovním cyklem	17
1.3 NC, CNC, DNC	20
1.3.1 Důvody nahrazování NC systémů jinými způsoby (CNC, DNC, adaptivní řízení)...	20
1.3.2 CNC (Computerized Numerical Control)	21
1.3.3 DNC (Direct Numerical Control)	23
1.4 Řízení výrobních strojů	27
1.4.1 Řízení z hlediska existence zpětné vazby	28
1.4.2 Řízení dle dané závislosti	31
1.4.3 Řízení dle způsobu přenosu energie	32
1.4.4 Řízení dle způsobu řízení dráhy referenčního bodu vzhledem k objektu	32
1.4.5 Řízení dle způsobu zadávání rozměrů výrobku či požadovaných trajektorií	35
1.5 Odměřování na CNC strojích	37
1.5.1 Absolutní odměřování	37
1.5.2 Cyklicky absolutní odměřování	37
1.5.3 Inkrementální odměřování	38
1.5.4 Přímé a nepřímé odměřování	38
1.5.5 Přesnost CNC strojů	40
1.6 Ekonomika provozu CNC strojů	41
1.6.1 Výpočet nákladů na výrobu	44
2 CNC stroje	46
2.1 Jednotlivé části CNC stroje	46
2.1.1 Mechanická část	46
2.1.2 Pohony	47
2.1.3 Posuvová soustava lineární	48
2.1.4 Pomocné mechanismy	49
2.1.5 Snímače polohy	50
2.1.6 Logický systém (PLC)	50
2.1.7 Číslíkový řídicí systém (CNC systém)	51
2.1.8 Nadřazený systém	51
2.2 Režimy práce CNC stroje	52
2.3 Počet řízených os	53
2.4 Řezné podmínky pro obráběcí CNC strojů	57
2.4.1 Řezné podmínky pro soustružení	57
2.4.2 Řezné podmínky pro frézování	57
2.4.3 Řezné podmínky pro vrtání	58
2.4.4 Možnosti stanovení rezných podmínek	58
2.5 Nástroje pro obráběcí CNC stroje	58
2.5.1 Upínání nástrojů	59

	2.5.2	Kontrola a seřizování nástrojů .....	71
3		Číslicové řídicí systémy .....	80
	3.1	Příklady řídicích systémů pro NC stroje.....	81
	3.1.1	Heidenhein .....	81
	3.1.2	Yamazaki Mazak.....	83
	3.1.3	Fanuc .....	84
	3.1.4	Sinumerik .....	87
	3.1.5	Mikronex .....	89
	3.1.6	Eltek.....	91
4		Základy tvorby CNC programu.....	94
	4.1	Technologie.....	94
	4.2	Tvorba programové dokumentace.....	94
	4.3	NC kódy EIA, ISO, ASCII .....	95
	4.4	Souřadné systémy .....	97
	4.4.1	Souřadnice kartézské.....	99
	4.4.2	Souřadnice polární .....	100
	4.5	Souřadné systémy NC strojů.....	100
	4.6	Vztažné body.....	103
	4.7	Volba počátku souřadného systému obrobku.....	106
	4.8	Způsob tvorby NC programu.....	107
5		Ruční programování .....	110
	5.1	NC program.....	110
	5.1.1	Rozbor informací .....	110
	5.1.2	Postup tvorby programu při ručním programování.....	112
	5.2	Ruční programování v ISO/DIN formátu.....	114
	5.2.1	Slovo.....	114
	5.2.2	Formát ISO/DIN.....	115
	5.2.3	Programový blok.....	117
	5.2.4	Struktura NC programu.....	119
	5.3	Parametrické programování .....	121
	5.4	Korekce nástroje.....	122
	5.4.1	Korekce pro soustružení.....	123
	5.4.2	Korekce pro frézování.....	126
	5.5	Interpolace .....	129
	5.5.1	Činnost interpolátoru.....	129
	5.5.2	Lineární interpolace .....	131
	5.5.3	Kruhová interpolace .....	131
	5.6	Příklady ručního programování .....	133
	5.6.1	SUF 16 (S2000, S2020, MIKROPROG S) .....	133
	5.6.2	Mikroprog F (F2000, F2020).....	142
6		Dílenské programování.....	158
	6.2	Dílenské programování a jeho rysy .....	159
	6.1	Dialog .....	159
	6.1.1	Příklad programování (Heidenhain TNC426).....	161
	6.1.2	Volba nástroje .....	164
	6.1.3	Volba otáček.....	164
	6.2	Systémy dílenského programování.....	164
	6.2.1	HEIDENHAIN – DIALOG .....	164
	6.2.2	FANUC – MANUAL GUIDE i .....	167
	6.2.3	OKUMA OSP-P300L .....	169
	6.2.4	SIEMENS – SINUMERIK OPERATE .....	171

7	Strojní (automatické) programování.....	178
7.1	Princip automatického programování.....	178
7.2	Způsob programování.....	179
7.3	Geometricky a technologicky orientované jazyky.....	181
7.3.1	Geometrické jazyky.....	182
7.3.2	Technologické jazyky.....	187
7.3.3	Příklady některých systémů automatického programování.....	187
7.4	Software typu CAM.....	189
7.4.1	Rozdělení CAM software.....	190
7.4.2	Vlastnosti CAD/CAM systémů.....	191
7.4.3	Edgecam.....	192
7.4.4	Solidcam.....	197
7.4.5	Surfcam.....	198
7.4.6	CATIA.....	199
7.4.7	Gibscam.....	200
7.4.8	Alphacam.....	201
7.4.9	CAM pro tváření a řezání.....	202
8	Další problematika spojená s tvorbou NC programů.....	207
8.1	Postprocesory.....	207
8.1.1	Definice a rozdělení postprocesorů.....	209
8.1.2	Vývojové prostředky pro tvorbu postprocesoru.....	211
8.2	Verifikace NC programů.....	214
8.3	Strategie obrábění.....	218
8.3.1	Možnosti tvorby NC strategie v různých systémech.....	221
8.4	Optimalizace NC programů.....	226
8.4.1	Možnosti optimalizace obráběcího procesu v CAD/CAM systémech.....	226
8.4.2	Optimalizační programy.....	227
8.4.3	Genetické algoritmy při řešení optimalizačních úloh ve strojírenství.....	231
8.5	STEP.....	236
8.5.1	Koncepce formátu STEP.....	238
8.5.2	Struktura standardu STEP.....	239
8.5.3	Standard STEP-NC.....	240
8.5.4	Vývoj standardu STEP-NC.....	244
8.6	CAx.....	247
8.6.1	CAD.....	249
8.6.2	CAM.....	250
8.6.3	CAD/CAM.....	251
8.6.4	CAPP.....	252
8.6.5	CAPE.....	254
8.6.6	CAQ.....	254
8.6.7	Další CAx.....	255
8.6.8	CIM.....	256
8.6.9	Shrnutí.....	258
	Závěr.....	259
	Literatura.....	261
	Seznam obrázků.....	275
	Seznam tabulek.....	284