

PŘEDMLUVA	9
1. SYSTÉMOVÁ ANALÝZA	11
1.1 Úvod	11
1.2 Základní pojmy z teorie systémů	12
1.3 Strojirenský výrobní systém	17
1.4 Struktura řízeného systému	19
1.4.1 Výrobní systém	19
1.4.2 Výrobní středisko	20
1.4.3 Technologické pracoviště	21
1.5 Řídicí systém	22
2. INFORMAČNÍ TOK	26
2.1 Struktura informačního toku	26
2.2 Plán	28
2.3 Technická informace	30
2.4 Transformace informačního toku	33
2.4.1 Strojově orientovaný jazyk	34
2.4.2 Jazyk symbolických adres	34
2.4.3 Vyšší symbolické jazyky	35
2.5 Programování NC strojů	39
2.5.1 Děrná páska	39
2.5.2 Souřadnicový systém	42
2.5.3 Formát bloku děrné pásky	44
2.5.4 Programování počítačem	53
2.5.5 Programovací jazyky pro číslicové řízené stroje	54
3. HMOTNÝ TOK	58
3.1 Struktura hmotného toku	58
3.1.1 Materiál	58
3.1.2 Výrobní pomůcky	61
3.1.3 Odpad	61
3.2 Příprava hmotného toku	61
3.2.1 Příprava materiálu	61
3.2.2 Příprava výrobních pomůcek	63
3.3 Dopravní systém	63
3.4 Manipulační místa	66
3.4.1 Příprava materiálu	68
3.4.2 Příprava výrobních pomůcek	68
3.4.3 Výrobní střediska	69
3.5 Řídicí systém	70
4. TOK ENERGIE	72
4.1 Struktura energetického toku	72
4.2 Transformace energie	73
4.2.1 Střídavý systém	74
4.2.2 Stejnoseměrný systém	75
4.2.3 Hydraulický systém	78
4.3 Řezný proces	79
4.4 Základní charakteristiky technologie obrábění	81
4.4.1 Soustružení	82
4.4.2 Hoblování	83

4.4.3	Vyvrátání	83
4.4.4	Vrtání	83
4.4.5	Frézování	83
4.4.6	Broušení	85
5.	ŘÍDICÍ POČÍTAČE	86
5.1	Základní vlastnosti	86
5.2	Struktura řídicího počítače	86
5.3	Technické vybavení	90
5.3.1	Základní jednotka	92
5.3.2	Periferní zařízení	96
5.4	Zobrazení informace	101
5.4.1	Číselný kód	101
5.4.2	Operační kód	102
5.4.3	Adresa	103
5.4.4	Formáty	104
5.5	Programové vybavení	105
5.5.1	Operační systém	105
5.5.2	Zpracovatelské programy	106
5.5.3	Řídicí programy	107
6.	TECHNOLOGICKÝ PROCES OBRÁBĚNÍ	110
6.1	Struktura technologického pracoviště	110
6.1.1	Vývojové stupně	111
6.1.2	Řídicí systém	112
6.1.3	Systém operační manipulace	113
6.1.4	Systém obráběcího stroje	113
6.2	Strategie řízení	113
6.2.1	Číslíkové řízení	114
6.2.2	Adaptivní řízení	116
6.2.3	Struktura řídicího systému	118
6.3	Struktura systému operační manipulace	120
6.3.1	Systém operační manipulace s obrobky	121
6.3.2	Systém operační manipulace s nástrojem	125
6.4	Struktura systému obráběcího stroje	130
6.4.1	Struktura systému servomechanismů	130
6.4.2	Struktura mechanického systému nástroj—obrobek	132
7.	STRUKTURA SYSTÉMŮ ČÍSLICOVÉHO ŘÍZENÍ	134
7.1	Základní pojmy a obvody	134
7.1.1	Struktura číslicových zařízení	137
7.1.2	Součástková základna	143
7.2	Vstupní část číslicového řízení systémů	146
7.2.1	Snímače děrné pásky	147
7.2.2	Ruční vstupy	151
7.2.3	Vstup v systému DNC	153
7.2.4	Třídění informací, vyrovnávací paměť	153
7.3	Aritmetická část číslicového řízení systémů	154
7.3.1	Koincidenční pravoúhlé systémy	156
7.3.2	Souvislé systémy, interpolace	158
7.3.3	Korekce rozměrů nástroje	166
7.4	Výstupní obvody číslicového řízení systémů	170
7.4.1	Systémy bez zpětné vazby	170
7.4.2	Koincidenční systémy	171
7.4.3	Systémy s uzavřenou polohovou vazbou	172
7.4.4	Pomocné funkce	173
8.	TYPY SYSTÉMŮ ČÍSLICOVÉHO ŘÍZENÍ A JEJICH PŘÍKRYTÍ 174	
8.1	Odměřování polohy	174
8.1.1	Typy odměřovacích systémů	175
8.1.2	Přesnost odměřování	181
8.2	Číslíková indikace polohy	181
8.2.1	Základní funkce	182
8.2.2	Indikace s předvolbou najíždění na souřadnice	183

8.3	Pravouhlé řízení	184
8.3.1	Současnost pohybů	186
8.3.2	Podprogramy	187
8.3.3	Provedení pravouhlých systémů	188
8.4	Souvislé řízení	190
8.4.1	Přípravné funkce	190
8.4.2	Pracovní posuv	192
8.4.3	Provedení souvislých systémů	193
8.5	CNC systémy	193
8.5.1	Hybridní CNC systémy	194
8.5.2	CNC systémy plně řízené počítačem	194
8.6	DNC systémy	196
8.7	Jednoduché systémy	199
8.7.1	Univerzální stavebnicová zařízení	199
8.7.2	Jednoučelová zařízení	199
9.	SYSTÉM PROPOJENÍ	200
9.1	Rozdělení do skupin	200
9.2	Ovládání pohonů	203
9.2.1	Pohony posuvů	203
9.2.2	Hlavní pohony	209
9.3	Spínací signály	210
9.3.1	Programovatelné automaty	211
10.	SERVOMECHANISMY	214
10.1	Struktura servomechanismu	214
10.1.1	Řídicí systém	214
10.1.2	Systém pohonu	215
10.1.3	Mechanický systém	215
10.1.4	Typy servomechanismů	216
10.2	Charakteristiky systému	219
10.2.1	Přenos systému	220
10.2.2	Přechodová charakteristika	221
10.2.3	Frekvenční charakteristika	222
10.2.4	Logaritmická frekvenční charakteristika	222
10.3	Syntéza servomechanismu	223
10.3.1	Stabilita servomechanismu	226
10.3.2	Optimalizace frekvenčního přenosu	228
10.4	Modelové metody	230
11.	SERVOMECHANISMUS HLAVNÍHO ŘEZNÉHO POHYBU	234
11.1	Technologická charakteristika	234
11.2	Druhy hlavních pohonů	236
11.3	Stejnoseměrný motor	237
11.4	Měničové systémy	241
11.4.1	Dynamo	242
11.4.2	Tyristorový měnič	243
11.4.3	Zapojení statických měničových systémů	245
11.5	Řízení hlavních pohonů	248
11.5.1	Čtyřkvadrantové řízení	249
11.5.2	Regulace rychlosti napětím kotvy	251
11.5.3	Regulace rychlosti odbuzováním	255
11.5.4	Regulace řezné rychlosti	257
11.6	Mechanický systém hlavního pohonu	258
11.6.1	Model mechanického systému	258
11.6.2	Výkonová charakteristika	261
12.	POSUVOVÝ SERVOMECHANISMUS	263
12.1	Technologická charakteristika	263
12.1.1	Přesnost geometrického tvaru	264
12.1.2	Posuvová rychlost	264
12.1.3	Posuvová síla	264
12.2	Pohon s krokovým motorem	265
12.2.1	Základní krok	266

12.2.2	Výstupní moment	266
12.2.3	Skoková frekvence	267
12.2.4	Výstupní výkon	267
12.2.5	Konstrukční provedení	267
12.3.	Hydraulický pohon	268
12.3.1	Servoventil	268
12.3.2	Hydromotor	269
12.3.3	Hydrogenerátor	272
12.3.4	Model hydropohonu	272
12.4	Stejnoseměrný pohon	276
12.4.1	Posuvový měničový systém	277
12.4.2	Stejnoseměrný servomotor	277
12.4.3	Model stejnosměrného servopohonu	281
12.5	Mechanický systém posuvu	283
12.5.1	Mechanická soustava pohonu	284
12.5.2	Hnací mechanismus	284
12.5.3	Mechanická soustava posouvané části stroje	286
12.5.4	Model mechanického systému posuvu	287
12.6.	Řízení posuvových servomechanismů	289
12.6.1	Servomechanismy s otevřenou smyčkou	289
12.6.2	Servomechanismy řízené krokovým motorem	290
12.6.3	Řízení servomechanismů s uzavřenou smyčkou	292
12.7	Adaptivní řízení	293
12.7.1	Silová smyčka	294
12.7.2	Řízení hloubky třísky	296
12.7.3	Geometrické AC systémy	297
12.7.4	Optimalizační řízení — ACO	297
12.8	Hlavní parametry polohového servomechanismu	298
12.8.1	Rychlostní zesílení	298
12.8.2	Silové zesílení	299
12.8.3	Požadavky na parametry posuvového servomechanismu	300
13.	SYSTÉM STROJ—NÁSTROJ—OBROBEK.	302
13.1	Rám stroje a obrobku	302
13.2	Model rámu	303
13.3	Výpočet statické a dynamické tuhosti rámu	304
13.4	Zásady pro konstrukci rámu obráběcích strojů	305
14.	VÝVOJOVÉ SMĚRY	308
14.1.	Rozvoj řízení výrobních systémů	308
14.2	Rozvoj číslicové řídicí techniky	309
14.3	Rozvoj servomechanismů	311
	LITERATURA	313