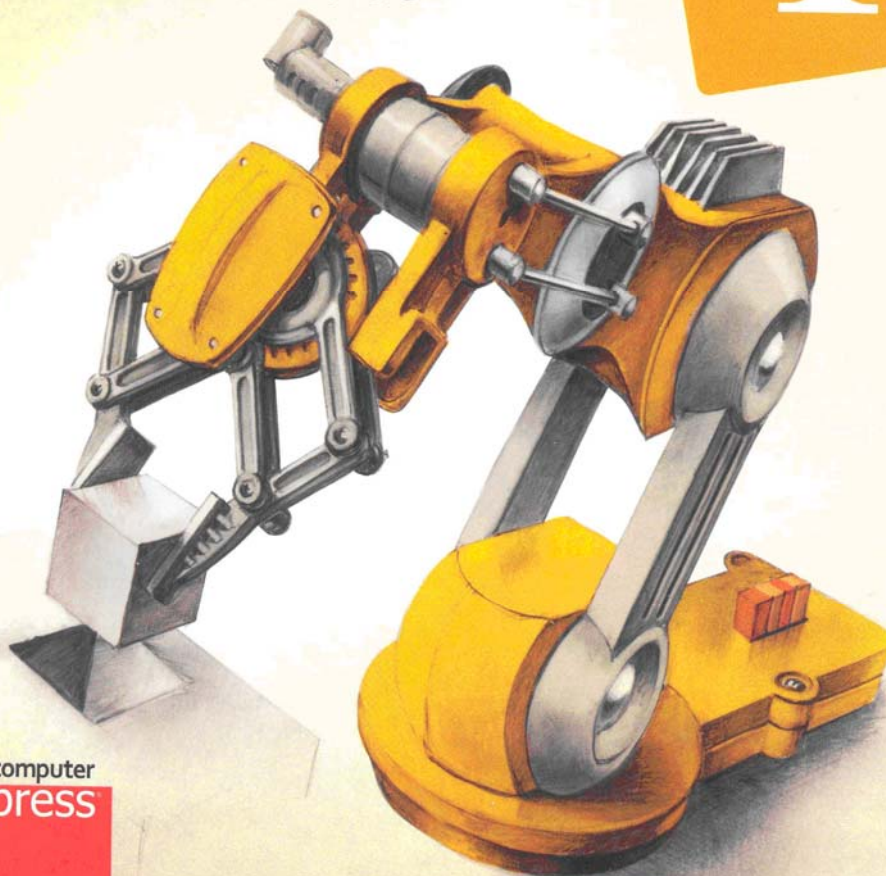


kolektiv autorů

Automatizace a automatizační technika

Systemové pojetí
automatizace

1



computer
press

doc. Ing. Pavel Beneš, CSc., doc. Ing. Josef Janeček, CSc., Bc. Jindřich Král, Ing. Gunnar Künzel,
doc. Ing. Branislav Lacko, CSc., Ing. Jaroslav Semerád, doc. Ing. Pavel Souček, DrSc., Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.,
Ing. Rudolf Voráček, doc. Ing. Ladislav Maixner, CSc., prof. Ing. Bohumil Šulc, CSc.

Obsah

DÍL 1

Předmluva	9
------------------	----------

KAPITOLA 1

1 Minulost a současnost automatizace	11
1.1 Vybrané základní pojmy	12
1.2 Účel a důvody automatizace	19
1.3 Automatizace a kybernetika	21
Kontrolní otázky	23
Literatura	24

KAPITOLA 2

2 Logické systémy	25
2.1 Booleova algebra	26
2.1.1 Výroková logika	26
2.2 Kombinační logické funkce	27
2.2.1 Slovní popis	27
2.2.2 Pravdivostní tabulka (Truth Table)	27
2.2.3 Převod tabulky na zápis logické funkce	28
2.2.4 Karnaughova mapa	29
2.2.5 Vyjádření logické funkce schématy	31
2.3 Symboly a schémata obvodů	
používaná pro kombinační logické funkce	31
2.3.1 Negace, NOT, inverze	32
2.3.2 Logický součin, AND, konjunkce	33
2.3.3 Logický součet, OR, disjunkce	33
2.3.4 Negovaný logický součin, NAND, Shefferova funkce	34
2.3.5 Negovaný logický součet, NOR, Pierceova funkce	34
2.3.6 Neshoda, XOR	35
2.3.7 Shoda, ekvivalence, XNOR	35
2.3.8 Přehled logických funkcí dvou proměnných	36
2.3.9 Přehled značení hradel	37
2.4 Zjednodušování logických výrazů	37
2.4.1 Používané metody minimalizace	37
2.4.2 Pravidla Booleovy algebry	38
2.4.3 Karnaughova mapa	39

2.4.4 Tajné triky	40
2.5 Ukázkové příklady	41
2.6 Sekvenční logické funkce	43
2.6.1 Slovní popis	43
2.6.2 Logický výraz	44
2.6.3 Tabulka přechodů	44
2.6.4 Časový diagram	44
2.6.5 Přechodový diagram	44
2.6.6 Grafický jazyk	45
2.7 Základní sekvenční obvody	45
2.7.1 Rozdělení podle hodinového signálu	45
2.7.2 Rozdělení podle funkce	46
2.7.3 Klopné obvody	46
2.7.4 Registr	49
2.7.5 Čítač	49
2.7.6 Časovač	51
2.8 Příklady k řešení	52
2.8.1 Pravdivostní tabulka	52
2.8.2 Logický výraz	52
2.8.3 Pravidla Booleovy algebry	53
2.8.4 Úprava výrazu na součin	53
2.8.5 Úprava výrazu na součet	53
2.8.6 Návrh logické funkce	54
2.8.7 Kontaktní schéma	54
2.8.8 Liniové schéma v PLC	54
2.8.9 Základní schéma z hradel	55
2.8.10 Složitě schéma z hradel	55
2.8.11 Minimalizace logických funkcí	57
2.8.12 Aplikace logického ovládání	58
2.8.13 Zapojování logických integrovaných obvodů	61
Kontrolní otázky	63
Literatura	63

KAPITOLA 3

3 Automatizační prostředky	65
3.1 Senzory mechanických veličin	66
3.1.1 Indukčnostní senzory	66
3.1.2 Magnetostrikční senzory	68
3.1.3 Kapacitní senzory	68
3.1.4 Optoelektronické senzory	69

3.1.5	Optoelektronické senzory binární	71
3.1.6	Magnetické senzory	72
3.1.7	Ultrazvukové senzory	73
3.1.8	Odporové senzory	74
3.1.9	Senzory mechanického napětí, síly a tlaku	75
3.2	Senzory teploty	77
3.2.1	Odporové senzory teploty	77
3.2.2	Termoelektrické senzory	79
3.2.3	Polovodičové senzory PN	80
3.3	Senzory strojového vidění	80
3.4	Senzory pro identifikaci	82
3.4.1	Radiofrekvenční identifikace RFID	82
3.4.2	Nové technologie	85
3.4.3	Čárové kódy	85
3.5	Logické obvody	86
3.5.1	Elektrické prvky pro logické operace	86
3.5.2	Standardní obvody	87
3.5.3	Digitální integrované obvody TTL	87
3.5.4	Digitální integrované obvody CMOS	88
3.5.5	Zvláštní zacházení s obvody CMOS	89
3.5.6	Programovatelné logické obvody	91
3.5.7	Pneumatické prvky pro logické operace	93
3.6	Zesilovače a převodníky	95
3.6.1	Rozdělení signálů	95
3.6.2	Elektronické zesilovače	97
3.6.3	Signálové převodníky	101
3.6.4	Komunikace (sběrnice)	105
	Kontrolní otázky	110
	Literatura	110

KAPITOLA 4

4	Akční členy	111
4.1	Pneumatické akční členy	112
4.1.1	Výroba a vlastnosti stlačeného vzduchu	112
4.1.2	Rozdělení pohonů	113
4.1.3	Rozváděče a ventily	118
4.1.4	Pneumatické proporcionální řízení	121
4.2	Hydraulické akční členy	124
4.2.1	Statické chování lineárního hydromotoru	124
4.2.2	Tuhost lineárního hydromotoru	127

4.2.3	Vlastní kmitočet hydromotoru	128
4.2.4	Řídicí ventily	129
4.2.5	Pohybová rovnice, přenosová funkce, blokové schéma	129
4.3	Elektrické akční členy	132
4.3.1	Srovnání asynchronního a synchronního motoru	132
4.3.2	Základní principy činnosti	133
4.3.3	Stejnoseměrné kartáčové motory DC	134
4.3.4	Omezení zrychlení a krouticího momentu	136
4.3.5	Pohybová rovnice, přenosová funkce	137
4.3.6	Bezkartáčové motory EC	138
4.3.7	Synchronní motory AC	140
4.3.8	Rotační motory	142
4.3.9	Lineární motory	143
4.4	Vložené převody	145
4.4.1	Optimalizace jednoduchého převodu	146
4.4.2	Planetové převodovky typu 2K-U	147
4.4.3	Kinematický výpočet	147
4.4.4	Energetická bilance	148
4.4.5	Převodovky typu 1K-U	150
4.4.6	Harmonické převodovky	152
4.4.7	Kuličkové recirkulační šrouby	152
4.5	Regulační orgány	154
4.5.1	Uzavírací ventily	156
4.5.2	Solenoidové ventily	156
4.5.3	Regulační ventily	157
4.5.4	Třícestné ventily (ventily Y)	160
4.5.5	Pojistné ventily	161
4.5.6	Zpětné (jednosměrné) ventily	161
4.5.7	Škrťací ventily	161
4.5.8	Kohouty	162
4.5.9	Šoupátka	162
4.5.10	Klapky	162
	Kontrolní otázky	163
	Literatura	164

KAPITOLA 5

5	Programovatelné automaty	165
5.1	Ke studiu programování PLC	166
5.2	Trocha historie	167
5.3	Všeobecně o PLC	169

5.3.1	Standardní hardware a uživatelský program PLC	169
5.3.2	Programovatelný automat a rozváděč	170
5.3.3	Programovatelný automat jako součást systému řízení	170
5.3.4	PLC a logické řízení	171
5.3.5	PLC a řízení kontinuálních procesů	172
5.3.6	PLC v hybridním použití	178
5.3.7	Fyzické a virtuální senzory	179
5.3.8	PLC a sériová komunikace	180
5.3.9	Funkce PLC, speciální moduly a systémové služby	185
5.3.10	Měření polohy a řízení pohybu, MC	185
5.3.11	Zpracování časových údajů, časové řízení	186
5.4	Kategorie PLC	187
5.4.1	Modulární PLC	187
5.4.2	Bezpečné systémy s redundancí	187
5.4.3	Kompaktní PLC	188
5.4.4	Programovatelné logické moduly	188
5.4.5	Průmyslové počítače a SoftPLC	189
5.4.6	PLC pod pseudonymem	189
5.5	Projektování systémů s PLC	190
5.5.1	Zásady projektování s PLC	190
5.5.2	Centrální a distribuovaný systém	190
5.5.3	Výhody distribuovaného systému	192
5.5.4	Využití systémů CAD	192
5.5.5	Vývojový systém pro projekt a program PLC	192
5.6	Norma pro programování PLC	195
5.6.1	Význam normy IEC EN 61131-3	195
5.6.2	Programové organizační jednotky (POU)	196
5.6.3	Další prvky normy	199
5.7	Programovací jazyky	201
5.7.1	Jazyk kontaktních schémat, LD	201
5.7.2	Jazyk funkčního blokového schématu, FBD	203
5.7.3	Jazyk IL, jazyk seznamu instrukcí	204
5.7.4	Jazyk ST, strukturovaný text	205
5.7.5	Nástroj sekvenčního programování SFC	206
5.7.6	Jazyk CFC, Continuous Function Chart	207
	Kontrolní otázky	208
	Úlohy	209
	Literatura	210
	Rejstřík	211

kolektiv autorů

Automatizace a automatizační technika

Automatické řízení

2



computer
press

doc. Ing. Pavel Beneš, CSc., doc. Ing. Josef Janeček, CSc., Bc. Jindřich Král, Ing. Gunnar Künzel,
doc. Ing. Branislav Lacko, CSc., Ing. Jaroslav Semerád, doc. Ing. Pavel Souček, DrSc., Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.,
Ing. Rudolf Voráček, doc. Ing. Ladislav Maixner, CSc., prof. Ing. Bohumil Šulc, CSc.

Obsah

DÍL 2

KAPITOLA 6

6	Automatická regulace	9
6.1	Základní terminologie – historické souvislosti	12
6.2	Dynamický systém, nástroje a metody jeho analýzy	18
6.2.1	Popis dynamického systému	19
6.2.2	Simulace dynamického systému	22
6.2.3	Matematické prostředky analýzy, Laplaceova transformace	27
6.2.4	Obrazový přenos	33
6.2.5	Charakteristiky dynamického systému	36
6.2.6	Identifikace dynamického systému	55
6.2.7	Stabilita, Hurwitzovo kritérium stability	63
6.2.8	Dynamika složitějších systémů s interakcemi	70
6.3	Uzavřený regulační obvod	78
6.3.1	Struktura regulačního obvodu	78
6.3.2	Regulační obvod s dvupolohovým a třípolohovým regulátorem	80
6.3.3	Spojité regulační obvod, regulátor PID	87
6.3.4	Oblast stability regulačního obvodu	95
6.3.5	Optimální seřízení regulátoru	98
6.3.6	Číslicový regulační obvod, regulátor PSD	111

6.4	Technické prostředky automatické regulace	117
6.4.1	Klasifikace technických prostředků automatického řízení	118
6.4.2	Technické a provozní požadavky	119
6.4.3	Realizace regulačního obvodu technickými prostředky	121
6.4.4	Spojité regulátory a jejich praktické použití	124
6.4.5	Rozdělení regulátorů	126
6.4.6	Základní typy spojitých regulátorů	127
6.5	Nespojité regulátory a nespojitá regulace	133
6.5.1	Rozdělení nespojitých regulátorů	133
6.5.2	Přímý dvupolohový regulátor	133
6.5.3	Přímý třípolohový regulátor	137
6.5.4	Nepřímé nespojité regulátory	137
6.5.5	Regulační obvod s kvazispojitym chováním	138
6.5.6	Případová studie	139
6.5.7	Regulační obvod s třípolohovým regulátorem	144
	Kontrolní otázky	145
	Literatura	146

KAPITOLA 7

7	Fuzzy logika a inteligence	149
7.1	Zdroje neurčitosti	150
7.1.1	Neurčitost našeho myšlení a vyjadřování	150
7.1.2	Zbytečná přesnost ostrých hranic	151
7.1.3	Subjektivní hodnocení a neurčitost	152
7.1.4	Možnost napodobit rozhodování člověka	152
7.1.5	Mozek není přesný stroj, ale zvládá neurčitost	153

7.2	Booleovská a fuzzy logika, množiny	153
7.2.1	Matematická a technická fuzzy logika	153
7.2.2	Klasické množiny a booleovská logika	154
7.2.3	Fuzzy množiny a fuzzy logika	154
7.3	Dva přístupy k fuzzifikaci	155
7.3.1	Zobecnění binárních senzorů	155
7.3.2	Virtuální senzory pro fuzzy proměnné	157
7.3.3	Fuzzifikace	158
7.3.4	Pravidlový fuzzy systém	159
7.3.5	Defuzzifikace	159
7.4	Fuzzy zobecnění AND, OR, NOT	161
7.4.1	Požadavky na zobecněné operátory	161
7.4.2	Fuzzy zobecnění negace	161
7.4.3	Fuzzy zobecnění AND a OR	161
7.4.4	Neplatí celá Booleova algebra	162
7.5	Typický postup	163
7.5.1	Mamdaniho automat	163
7.5.2.	Sugenovy a Tagakiho systémy	165
7.5.3.	Typické použití fuzzy algoritmů	165
7.6	Umělé neuronové sítě	166
7.6.1	Od prahových obvodů k neuronům	166
7.6.2	Neuronové sítě	169
7.7	Genetické algoritmy	171
	Kontrolní otázky	172
	Úlohy	173
	Literatura	173

KAPITOLA 8

8	Optimální řízení	175
8.1	Statická optimalizace	176
8.1.1	Statická optimalizace ve výrobě rezistorů	177
8.1.2	Optimalizace formování anod	178
8.2	Dynamická optimalizace	180
8.2.1	Bellmanův princip optimality a jeho ukázkové aplikace	180
8.2.2	Časově optimální řízení	184
8.2.3	Stochastické rozhodování	187
	Kontrolní otázky	188
	Literatura	189

KAPITOLA 9

9	Jakost a spolehlivost v automatizaci	191
9.1	Statistické metody řízení	192
9.2	Spolehlivost v automatizaci	195
9.3	Zálohování automatů	197
9.4	Spolehlivost nezávislých automatů	197
9.5	Spolehlivost automatických linek	199
9.6	Organizační prostředky pro jakost v automatizaci	201
	Kontrolní otázky	202
	Literatura	202

10	Využívání automatizační techniky	203
10.1	Výrobní a nevýrobní automatizace	204
10.2	Vybrané oblasti nevýrobní automatizace	205
10.2.1	Zabezpečení objektů proti nežádoucímu vniknutí	205
10.2.2	Velkokapacitní a inteligentní budovy	207
10.2.3	Automobily a letadla	209
10.2.4	Domotecnika – automatizace domácnosti a domácí roboty	212
10.2.5	Kybernetické hračky	214
10.2.6	Zdravotnictví	214
10.2.7	Veřejně přístupné automaty	217
10.2.9	Automatizovaná podpora návrhových činností CAE/CAD/CAM	218
10.3	Netechnické aspekty využívání automatizace	220
10.4	Ekonomické přínosy využívání automatizace	221
10.5	Trendy rozvoje automatizace	223
10.5.1	Distribuovanost automatizačních prostředků	223
10.5.2	Důraz na vizualizaci řízených procesů	224
10.5.3	Prorůstání zařízení DCS a PLC	224
10.5.4	Pokroky v údržbě a provozu automatizovaných soustav	224
10.5.5	Nástup využívání umělé inteligence	225
10.5.6	Neustálé zmenšování rozměrů a elektrické spotřeby automatizačních prvků	225
10.5.7	Automatizované továrny	225
10.5.8	Nástup různých typů robotů	225
	Kontrolní otázky	226
	Literatura	226
	Poděkování	228

PŘÍLOHY

A	Slovník Laplaceovy transformace	229
B	Aproximace přechodové charakteristiky metodou prof. Strejce	233
	REJSTŘÍK	237



Obálka: Martin Sodomka
Odpovědný redaktor: Michal Janko
Technický redaktor: Jiří Matoušek

Objednávky knih:
<http://knihy.cpress.cz>
www.albatrosmedia.cz
eshop@albatrosmedia.cz
bezplatná linka 800 555 513
ISBN 978-80-251-3628-7

Vydalo nakladatelství Computer Press v Brně roku 2012 ve společnosti Albatros Media a. s. se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4. Číslo publikace 16312.
© Albatros Media a. s. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného souhlasu vydavatele.

1. vydání


ALBATROS MEDIA a.s.