

# OBSAH

Předmluva . . . . .	10
<b>I. PROBLÉMY KLASICKÉ TEORIE LOGICKÝCH OBVODŮ . . . . .</b>	<b>13</b>
1. Základní pojmy . . . . .	14
1.1. Úvod . . . . .	14
1.2. Boolova algebra . . . . .	15
1.2.1. Základní postuláty . . . . .	15
1.2.2. Vlastnosti . . . . .	16
1.2.3. Boolovy funkce a výrazy . . . . .	18
1.2.4. Použití k popisu logických obvodů . . . . .	18
1.3. Kombinační obvody . . . . .	20
1.3.1. Analýza kombinačních obvodů . . . . .	20
1.3.2. Syntéza kombinačních obvodů . . . . .	22
1.4. Sekvenční obvody . . . . .	37
1.4.1. Konečně automaty . . . . .	37
1.4.2. Paměťové členy . . . . .	41
1.4.3. Zpožďovací a časové členy . . . . .	43
1.4.4. Syntéza sekvenčních obvodů . . . . .	47
1.4.5. Analýza sekvenčních obvodů . . . . .	55
1.5. Funkce, které nelze realizovat konečnými automaty . . . . .	56
Prameny . . . . .	57
Literatura . . . . .	58
Cvičení . . . . .	59
2. Kombinační obvody – vybrané partie . . . . .	65
2.1. Kombinační obvody s několika výstupy . . . . .	65
2.1.1. Generování skupinových prostých implikantů . . . . .	67
2.1.2. Výběr minimálního pokrytí skupinových prostých implikantů . . . . .	70
2.2. Vícetupňové kombinační obvody . . . . .	75
2.3. Rozklad kombinačních funkcí . . . . .	76
2.3.1. Prosté disjunkttní rozklady . . . . .	77
2.3.2. Složitě disjunkttní rozklady . . . . .	83
2.3.3. Nedisjunkttní rozklady . . . . .	86
2.4. Speciální třídy kombinačních funkcí . . . . .	87
2.4.1. Symetrické funkce . . . . .	87
2.4.2. Monotónní funkce . . . . .	94
2.4.3. Prahové funkce . . . . .	95
2.5. Úplné soubory základních logických členů . . . . .	99

	Prameny . . . . .	103
	Literatura . . . . .	104
	Cvičení . . . . .	104
3.	Sekvenční obvody – vybrané partie . . . . .	110
3.1.	Redukce vývojových tabulek . . . . .	110
3.1.1.	Vytváření slučitelných tříd stavů . . . . .	112
3.1.2.	Výběr minimální množiny slučitelných tříd . . . . .	116
3.2.	Experimenty na konečných automatech . . . . .	127
3.2.1.	Rozlišovací posloupnosti . . . . .	128
3.2.2.	Cílové posloupnosti . . . . .	129
3.2.3.	Identifikace automatů – ověřovací experimenty . . . . .	132
3.3.	Speciální třídy konečných automatů . . . . .	134
3.3.1.	Automaty bez ztráty informace . . . . .	134
3.3.2.	Lineární sekvenční obvody . . . . .	141
3.4.	Regulární výrazy . . . . .	155
3.4.1.	Odvození vývojové tabulky z regulárního výrazu . . . . .	157
3.4.2.	Odvození regulárního výrazu z vývojové tabulky . . . . .	159
	Prameny . . . . .	161
	Literatura . . . . .	161
	Cvičení . . . . .	162
II.	ČASOVÝ REŽIM A STRUKTURA . . . . .	169
4.	Asynchronní sekvenční obvody . . . . .	170
4.1.	Úvod . . . . .	170
4.2.	Zadání fázové tabulky . . . . .	174
4.3.	Redukce fázové tabulky . . . . .	175
4.4.	Kódování stavů . . . . .	179
4.4.1.	Kódování se souvislými řádkovými množinami . . . . .	182
4.4.2.	Kódy se sdílenými stavy . . . . .	187
4.4.3.	Kódy s jednou přechodovou dobou (jednorázové kódy) . . . . .	189
4.4.4.	Kódy pro fázové tabulky s násobnými výstupními změnami . . . . .	200
4.5.	Zadání Y-matic . . . . .	200
4.6.	Zpoždění a hazardy . . . . .	202
4.6.1.	Kombinační hazardy . . . . .	204
4.6.2.	Sekvenční hazardy . . . . .	209
4.6.3.	Využití ternární algebry k detekci hazardů . . . . .	213
4.6.4.	Příklad syntézy . . . . .	216
4.7.	Mnohonásobné vstupní změny . . . . .	218
4.7.1.	Simultánní vstupní změny . . . . .	218
4.7.2.	Neomezené vstupní změny . . . . .	221
4.8.	Předpoklady omezených zpoždění . . . . .	222
4.9.	Neomezená zpoždění členů . . . . .	226
	Prameny . . . . .	231
	Literatura . . . . .	231
	Cvičení . . . . .	233

5.	Strukturně jednoduché realizace konečných automatů . . . . .	239
5.1.	Úvod . . . . .	239
5.2.	Algebra rozkladů a úplně jednoznačné kódy . . . . .	240
5.3.	Algebra systémů množin pro víceznačné kódy . . . . .	243
5.4.	Dekompozice konečných automatů . . . . .	255
5.5.	Redukované závislosti s využitím dalších paměťových členů . . . . .	261
5.6.	Realizace s redukovanou zpětnou vazbou . . . . .	265
5.6.1.	Obvody bez zpětných vazeb . . . . .	266
5.6.2.	Realizace s jedinou zpětnovazební smyčkou . . . . .	268
5.6.3.	Využití výstupní funkce jako zpětnovazební funkce . . . . .	275
5.6.4.	Realizace se zpětnovazebním posuvným registrem . . . . .	277
5.6.5.	Realizace s minimální zpětnou vazbou využívající klopné obvody RS . . . . .	283
5.7.	Univerzální kanonické dekompozice konečných automatů . . . . .	285
5.8.	Redukované závislosti v asynchronních sekvenčních obvodech . . . . .	289
5.9.	Dekompozice asynchronních automatů . . . . .	292
5.10.	Realizace asynchronních obvodů s využitím posuvných registrů . . . . .	296
5.11.	Dvoufázové sekvenční obvody a čítače . . . . .	299
	Prameny . . . . .	302
	Literatura . . . . .	303
	Cvičení . . . . .	305
6.	Modulární logický návrh . . . . .	310
6.1.	Univerzální logický modul – ULM . . . . .	310
6.1.1.	ULM s jednocestnými vstupy . . . . .	311
6.1.2.	ULM s jedním dvoucestným vstupem . . . . .	311
6.1.3.	ULM s dvoucestnými vstupy . . . . .	312
6.1.4.	ULM s propojenými vývody . . . . .	316
6.1.5.	Omezení počtu vývodů ULM . . . . .	318
6.2.	Modulární realizace konečných automatů . . . . .	320
6.2.1.	Konečné automaty s pevným počtem vstupů . . . . .	320
6.2.2.	Stromové struktury . . . . .	326
6.3.	Celulární struktury . . . . .	331
6.3.1.	Jednorozměrná pole . . . . .	331
6.3.2.	Dvourozměrná pole . . . . .	332
6.3.3.	Iterativní realizace konečných automatů . . . . .	339
6.3.4.	Programovatelná celulární pole . . . . .	341
	Prameny . . . . .	346
	Literatura . . . . .	347
	Cvičení . . . . .	348
III.	PŘÍBUZNÉ PROBLÉMY, FYZIKÁLNÍ NÁVRH A MODELOVÁNÍ. . . . .	351
7.	Problémy fyzikálního návrhu . . . . .	352
7.1.	Úvod . . . . .	352
7.2.	Grafické modely obvodů . . . . .	353
7.3.	Rozklady minimalizující počet spojů – optimální řešení . . . . .	355
7.3.1.	Formulace v podobě problému pokrytí . . . . .	355

7.3.2.	Formulace v rámci matematického programování . . . . .	358
7.3.3.	Optimální rozklady s replikací prvků . . . . .	359
7.4.	Rozklady minimalizující počet spojů – suboptimální řešení . . . . .	361
7.4.1.	Iterativní metoda rozkladu . . . . .	362
7.4.2.	Konstruktivní heuristické metody rozkladu . . . . .	367
7.5.	Rozklady minimalizující zpoždění . . . . .	372
7.5.1.	Rozklady s optimálním zpožděním pro stromové grafy . . . . .	373
7.5.2.	Rozklady s minimálním zpožděním při omezeném počtu vývodů . . . . .	377
7.6.	Rozmístovací úloha . . . . .	378
7.6.1.	Spodní odhad minimální délky spojů . . . . .	380
7.6.2.	Částečně enumerativní procedura . . . . .	385
7.6.3.	Iterativní suboptimální rozmístovací procedury . . . . .	387
7.6.4.	Konstruktivní rozmístovací metody . . . . .	391
7.7.	Návrh spojů . . . . .	394
7.7.1.	Výběr spojů sítě . . . . .	394
7.7.2.	Určení vodivých cest . . . . .	408
	Prameny . . . . .	415
	Literatura . . . . .	415
	Cvičení . . . . .	417
8.	Matematické modely logických obvodů s magnetickými bublinkami . . . . .	423
8.1.	Úvod . . . . .	423
8.2.	Fyzikální principy . . . . .	423
8.2.1.	Posouvání bublinek . . . . .	424
8.2.2.	Generování, anihilace a detekce bublinek . . . . .	426
8.2.3.	Logické operace . . . . .	427
8.3.	Matematický model interakce bublinek . . . . .	429
8.4.	Optimalizační problémy . . . . .	434
8.4.1.	Respektování časových a prostorových vztahů . . . . .	435
8.4.2.	Univerzální paměťová rozložení . . . . .	436
8.4.3.	Počet příkazů pro realizaci funkce . . . . .	437
8.4.4.	Urychlování výpočtů . . . . .	440
8.5.	Realizace iterativními sítěmi . . . . .	441
8.6.	Logické obvody bez anihilace bublinek . . . . .	443
8.7.	Celulární realizace s rezidentními bublinkami . . . . .	445
8.7.1.	Buňka pro rozvětvení a přenos . . . . .	446
8.7.2.	Buňka pro překřížení . . . . .	447
8.7.3.	Buňka NAND . . . . .	447
8.7.4.	Použití buněk s rezidentními bublinkami . . . . .	448
8.7.5.	Buňka pro klopný obvod RS . . . . .	450
8.8.	Použití magnetických bublinek . . . . .	451
8.9.	Závěr . . . . .	451
	Prameny . . . . .	451
	Literatura . . . . .	452
	Cvičení . . . . .	453



IV.	DODATEK . . . . .	455
A.1.	Definice a značení . . . . .	456
A.2.	Matematické programování. . . . .	459
	Literatura . . . . .	459
	Rejstřík . . . . .	461