

# Obsah

Předmluva k druhému vydání .....	2
1 Úvod do diagnostiky číslicových obvodů .....	7
1.1 Vznik technické diagnostiky .....	7
1.2 Základní pojmy .....	7
1.3 Diagnostické testy .....	8
1.4 Formy diagnostiky .....	9
1.4.1 Periodická diagnostika .....	10
1.4.2 Průběžná diagnostika .....	10
1.4.3 Ekonomika testování .....	11
1.5 Poruchy v číslicových obvodech .....	11
1.5.1 Poruchy typu t .....	12
1.5.2 Zkrat mezi signálními vodiči .....	13
1.5.3 Poruchy obvodů CMOS .....	13
1.5.4 Poruchy programovatelných logických polí .....	13
1.5.5 Nestálé poruchy .....	14
1.5.6 Typické zdroje poruch .....	14
1.6 Generování testů .....	15
2 Generování strukturních testů .....	16
2.1 Zcitlivění cesty .....	16
2.1.1 Princip citlivé cesty .....	16
2.1.2 Generování jednoho kroku testu .....	16
2.1.3 Podmínky úplnosti testu .....	18
2.1.4 Testování redundantních obvodů .....	19
2.2 D-algoritmus .....	20
2.2.1 Singulární pokrytí logického členu .....	21
2.2.2 Přenosová D-krychle .....	21
2.2.3 Primitivní D-krychle poruchy .....	22
2.2.4 Šíření D .....	23
2.2.5 Odvození jednoho kroku testu .....	23
2.2.6 Strategie šíření D .....	26
2.3 Algoritmy PODEM a FAN .....	26
2.3.1 Nejdůležitější heuristiky algoritmu PODEM .....	26
2.3.2 Nejdůležitější heuristiky algoritmu FAN .....	27
3 Funkční testy .....	27
3.1 Generování testů pomocí boolovské diference .....	27
3.1.1 Odvození boolovské diference z mapy .....	28
3.1.2 Použití boolovské diference .....	29
3.1.3 Algebraický výpočet boolovské diference .....	29
3.1.4 Detekce poruch na vnitřních vodičích obvodu .....	31
3.1.5 Generování úplných testů .....	31
3.2 Použití tabulek úplných testů .....	32
3.2.1 Úplné testy modulů .....	32
3.2.2 Zřetězení úplných testů .....	32
3.2.3 Problémy použití tabulek úplných testů .....	34
3.3 Náhodné a pseudonáhodné testy .....	36
4. Testování sekvenčních obvodů .....	37
4.1 Identifikační metody .....	38
4.2 Generování testů pro obvody popsané jazykem vyšší úrovně .....	39
4.2.1 Vlastnosti jazyků úrovně RT .....	39
4.2.2 Reprezentace poruch na úrovni RT .....	40
4.3 Strukturní metody .....	40
5 Automatizace generování testů .....	42
5.1 Interakční systémy .....	43
5.2 Systémy AGT .....	43
5.3 Kontrola testů .....	45
5.3.1 Prováděné kontroly .....	45
5.3.2 Formy simulace .....	45

5.3.3	Vytváření modelu testované jednotky.....	46
5.3.5	Technika simulace poruch .....	48
5.4	Minimalizace testů.....	49
5.4.1	Tabulka poruch.....	50
5.4.2	Minimalizace detekčních testů.....	51
6	Kompresie diagnostických dat.....	53
6.1	Kompresní metody založené na čítání událostí.....	53
6.2	Příznaková analýza .....	54
6.2.1	Princip příznakové analýzy.....	54
6.2.2	Příznakový analyzátor .....	56
6.2.3	Měření pomocí příznakového analyzátoru.....	56
6.2.4	Použití v mikroprocesorových systémech.....	58
6.3	Slovníky poruch.....	59
6.3.1	Koincidenční slovník .....	59
6.3.2	Slovníky s nižším rozlišením .....	60
7	Návrh pro snadnou diagnostiku .....	61
7.1	Vývoj metod návrhu pro snadnou diagnostiku .....	61
7.2	Strukturovaný návrh .....	62
7.2.1	Sériové metody .....	63
7.2.2	Metody s paralelním přístupem .....	65
7.3	Zápis do rozhraní.....	66
7.4	Heuristické metody návrhu .....	67
7.4.1	Členění testované jednotky.....	68
7.4.2	Výběr snadno testovatelných součástek a zapojení.....	68
7.4.3	Použití testovacích bodů.....	68
7.4.4	Snadná inicializace paměťových obvodů.....	69
7.4.5	Vyloučení redundance .....	70
7.4.6	Vyloučení monostabilních obvodů .....	71
7.4.7	Náhrada asynchronních obvodů synchronními .....	71
7.4.8	Zajištění dostupnosti složitých součástek .....	71
7.4.9	Izolace generátorů hodin a zdrojů napájení .....	72
7.4.10	Zpřísnění pravidel logického a technologického návrhu .....	72
8	Vestavěné diagnostické prostředky.....	72
8.1	Diagnostické testy zapsané do paměti .....	73
8.1.1	Diagnostický systém počítače.....	74
8.1.2	Systémové testy mikropočítačů .....	75
8.2	Autonomní testy generované v reálném čase .....	75
8.2.1	Použití lineárních zpětnovazebních posuvných registrů .....	76
8.2.2	Použití registrů BILBO.....	77
8.2.3	Generátor testů HILDO .....	79
8.3	Generování pseudotriviálních testů.....	79
8.3.1	Strukturní pseudotriviální testy .....	80
8.3.2	Univerzální pseudotriviální testy .....	81
9	Zabezpečení proti poruchám.....	82
9.1	Bezpečnost systému.....	82
9.2	Obvody bezpečné proti poruchám .....	82
9.2.1	Zdvojení.....	83
9.2.2	Kontrola inverzní funkcí.....	84
9.2.3	Dvojdřátová logika .....	84
9.2.4	Použití detekčního kódu .....	85
9.2.5	Kontrola platnosti kódu výstupů.....	86
9.3	Úplně samočinně kontrolované obvody.....	86
9.3.1	Princip úplné samočinné kontroly .....	86
9.3.2	Hlídače parity .....	87
9.3.3	Hlídače kódu k z 2k .....	88
9.4	Ostatní metody zabezpečení .....	89
9.4.1	Kontrolní výpočet.....	89
9.4.2	Hlídací časovač.....	89
10	Testování obvodů LSI a VLSI.....	90

10.1 Požadavky kladené na testy integrovaných obvodů.....	90
10.2 Testování mikroprocesorů .....	90
10.2.1 Výrobní testy .....	90
10.2.2 Uživatelské testy .....	91
10.3 Testování pamětí.....	93
10.3.1 Poruchy pamětí RAM .....	93
10.3.2 Vzorky pro testování pamětí RAM.....	94
10.3.3 Parametrické testy.....	96
10.3.4 Testování permanentních pamětí .....	97
11 Zkoušeče.....	98
11.1 Nejdůležitější funkční bloky zkoušečů .....	98
11.2 Zkoušeče integrovaných obvodů .....	100
11.3 Zkoušeče neosazených desek a kabeláže .....	101
11.4 Zkoušeče osazených desek .....	102
11.4.1 Konektorové zkoušeče.....	102
11.4.2 Použití řízené sondy.....	103
11.4.3 Vnitroobvodové zkoušeče .....	104
11.5. Jazyky pro zápis testů .....	106
12. Úvod do studia spolehlivosti .....	106
12.1 Základní pojmy .....	106
12.2 Ukazatele spolehlivosti neobnovovaných objektů .....	108
12.3 Ukazatele spolehlivosti obnovovaných objektů.....	110
12.4 Hodnoty ukazatelů spolehlivosti.....	112
13 Hodnocení spolehlivosti číslicových systémů.....	113
13.1 Spolehlivostní modely .....	113
13.2 Hodnocení spolehlivosti systémů s nezávislými prvky .....	115
13.2.1 Sériový model.....	115
13.2.2 Paralelní model.....	116
13.2.3 Kombinované modely.....	117
13.3 Markovské spolehlivostní modely .....	118
13.3.1 Markovské náhodné procesy .....	119
13.3.2 Markovské modely s absorpčními stavy .....	121
13.3.3 Markovské modely bez absorpčních stavů .....	123
14 Metody zálohování systémů .....	126
14.1 Klasifikace forem zálohy .....	126
14.1.1 Použité prostředky .....	126
14.1.2 Stupeň využití zálohy v čase.....	127
14.1.3 Úroveň využití zálohy.....	127
14.1.4 Vztah záložního a zálohovaného prvku .....	128
14.1.5 Funkce zálohy.....	128
14.2 Statická záloha.....	129
14.2.1 Úroveň součástek.....	129
14.2.2 Systém TMR.....	130
14.2.3 Systém NMR .....	132
14.3 Dynamická záloha .....	134
14.3.1 Režimy činnosti dynamické zálohy.....	134
14.3.2 Duplexní systém .....	137
14.3.3 Biduplexní systém .....	138
14.3.4 Záloha typu "M z N" .....	138
14.4 Hybridní záloha .....	139
15 Metody řízení spolehlivosti .....	140
15.1 Předcházení poruchám.....	141
15.2 Odolnost proti poruchám .....	142
15.3 Oblasti využití systémů odolných proti poruchám .....	144
15.4 Rysy odolnosti proti poruchám v univerzálních počítačích .....	145
15.4.1 Použití samoopravného kódu v hlavní paměti .....	145
15.4.2 Opakování pokusu .....	146
15.5 Příklady architektury systémů odolných proti poruchám.....	146
15.5.1 August Systems série 300 .....	147

15.5.2 Systém Tandem NonStop .....	148
15.6 Využití odolnosti proti poruchám v obvodech VLSI.....	149
15.6.1 Paměťové čipy .....	149
15.6.2 Rekonfigurovatelné procesorové čipy .....	150
Literatura .....	152