

Inhalt

Vorwort — V

1	Grundlagen — 1
1.1	Einleitung — 1
1.2	Entwurfsmethoden für digitale Systeme — 3
1.3	Grundlagen von Verilog — 6
1.4	Schaltungsvalidierung durch Simulation — 12
1.5	Synthesefähiger Verilog-Code — 14
1.6	Vergleich von Verilog und VHDL — 15
2	Das 12-Bit-Mikroprozessor-System(1) — 17
2.1	Der 12-Bit-Mikroprozessor — 17
2.1.1	Die Befehlsphasen des Mikroprozessor-Systems — 20
2.1.2	Die Ein- und Ausgabe-Einheiten — 23
2.2	Entwurf des 12-Bit-Mikroprozessors — 24
2.2.1	Beschreibung der Komponenten des Operationswerkes — 27
2.3	Entwurf des 12-Bit-Operationswerkes — 30
2.3.1	Entwurf der 12-Bit-Akku-Einheit — 33
2.3.2	Entwurf von Register-Stack-Einheiten — 36
2.4	Entwurf des 12-Bit-Steuerwerkes — 38
3	Modellierung des 12-Bit-Mikroprozessor-Systems(1) — 43
3.1	Modellierung des 12-Bit-Mikroprozessors — 43
3.1.1	Modellierung von Registerschaltungen — 43
3.1.2	Modellierung von 12-Bit-Multiplexern — 49
3.1.3	Modellierung von 12-Bit-Universal-Registern — 51
3.1.4	Modellierung von 12-Bit-ALU-Einheiten — 55
3.1.5	Modell für die 12-Bit-Akku-Einheit — 62
3.1.6	Modell für den 12-Bit-Program-Counter — 64
3.1.7	Modellierung von 12-Bit-Register-Stacks — 65
3.2	Modell des 12-Bit-Operationswerkes — 72
3.3	Modellierung von Zustandsautomaten mit Verilog — 76
3.3.1	Modellierung des 12-Bit-Steuerwerkes — 79
3.4	Modell des 12-Bit-Mikroprozessors MPU12_1 — 88
3.4.1	Modell für einen Frequenzteiler mit Delay — 91
3.4.2	Speicher für Daten und Befehle — 94

3.5	Modell des 12-Bit-Mikroprozessor-Systems(1) — 97
3.5.1	Simulation mit Hilfe einer Testbench — 99
3.5.2	Simulation des Mikroprozessor-Systems(1) — 102
3.5.3	Der IP-Core-Speicher — 105
3.5.4	Mikroprozessor-System(1) mit IP-Core-Speicher — 107
3.5.5	Testbench: Mikroprozessor-System(1) mit IP-Core-Speicher — 109
4	Das 12-Bit-Mikroprozessor-System(2) — 113
4.1	Der 12-Bit-Single-Cycle-Prozessor — 114
4.2	Entwurf des 12-Bit-Single-Cycle-Prozessors — 116
4.3	Entwurf des 12-Bit-Operationswerkes — 120
4.3.1	Beschreibung der Komponenten des Operationswerkes — 121
5	Modellierung des Mikroprozessor-Systems(2) — 123
5.1	Modellierung des Single-Cycle-Prozessors — 123
5.1.1	Modell für das 12-Bit-Universal-Register — 123
5.1.2	Modell für die 12-Bit-ALU-Einheit — 124
5.1.3	Modell für die 12-Bit-Akku-Einheit — 126
5.2	Modell des 12-Bit-Operationswerkes — 130
5.3	Modell für die 12-Bit-Control-Unit — 132
5.4	Modell des 12-Bit-Single-Cycle-Prozessors cpu12_1 — 137
5.4.1	Der 12-Bit-Speicher für Befehle — 139
5.4.2	Der 12-Bit-Speicher für Daten — 140
5.4.3	Testfiles für Daten- und Befehlsspeicher — 141
5.5	Modell des Mikroprozessor-Systems(2) — 143
5.5.1	Testbench für das Mikroprozessor-System(2) — 145
6	Das 12-Bit-Mikroprozessor-System(3) — 147
6.1	Entwurf des Single-Cycle-Prozessors cpu12_2 — 147
6.2	Modellierung des Mikroprozessor-Systems(3) — 149
6.2.1	Modellierung von 12-Bit-Universal-Registern — 149
6.2.2	Modell für die 12-Bit-ALU-Einheit — 153
6.2.3	Modell für die 12-Bit-Akku-Einheit — 154
6.3	Modell des 12-Bit-Operationswerkes — 156
6.4	Modell des 12-Bit-Steuerwerkes — 157
6.5	Modell des 12-Bit-Single-Cycle-Prozessors cpu12_2 — 161
6.5.1	Der 12-Bit-Speicher für Befehle — 163
6.5.2	Der 12-Bit-Speicher für Daten — 165
6.6	Modell des 12-Bit-Mikroprozessor-Systems(3.1) — 167
6.7	Modell des 12-Bit-Mikroprozessor-Systems(3.2) — 170
6.8	Testbench für das Mikroprozessor-System(3.1) — 173

7	Das 16-Bit-Mikroprozessor-System(4) — 177
7.1	Der 16-Bit-Single-Cycle-Prozessor — 177
7.2	Entwurf des 16-Bit-Single-Cycle-Prozessors — 181
7.3	Entwurf des 16-Bit-Operationswerkes — 182
7.3.1	Entwurf der 16-Bit-Akku-Einheit — 184
7.3.2	Die 16-Bit-Register-Einheit — 185
7.4	Das 16-Bit-Steuerwerk — 187
8	Modellierung des Mikroprozessor-Systems(4) — 189
8.1	Modellierung des 16-Bit-Single-Cycle-Prozessors — 189
8.1.1	Modell für die 16-Bit-ALU-Einheit — 189
8.1.2	Modell für die 16-Bit-Register-Einheit — 191
8.1.3	Modell für die 16-Bit-Akku-Einheit — 194
8.1.4	Modell für das 16-Bit-Operationswerk — 196
8.1.5	Modell für das 16-Bit-Steuerwerk — 199
8.2	Modell des 16-Bit-Single-Cycle-Prozessors cpu16_4 — 202
8.2.1	Der 16-Bit-Speicher für die Befehle — 205
8.2.2	Der 16-Bit-Speicher für die Daten — 207
8.3	Das 16-Bit-Mikroprozessor-System(4.1) — 208
8.3.1	Testbench für das Mikroprozessor-System(4.1) — 211
8.4	Das 16-Bit-Mikroprozessor-System(4.2) — 212
8.4.1	Testbench für das Mikroprozessor-System(4.2) — 215
9	Das 16-Bit Mikroprozessor-System(5) — 219
9.1	Der 16-Bit-Mikroprozessor — 219
9.2	Entwurf des 16-Bit-Mikroprozessors — 224
9.3	Entwurf des 16-Bit-Operationswerkes — 227
9.3.1	Die Komponenten des 16-Bit-Operationswerkes — 228
9.3.2	Entwurf der 16-Bit-Akku-Einheit — 233
9.4	Entwurf des 16-Bit-Steuerwerkes — 237
10	Modellierung des 16-Bit-Mikroprozessor-Systems(5) — 243
10.1	Modellierung des 16-Bit-Mikroprozessors — 243
10.1.1	Die Komponenten des Operationswerkes — 243
10.1.2	Modell für die 16-Bit-ALU-Einheit — 247
10.1.3	Modell für das 16-Bit-Schieberegister — 251
10.1.4	Modellierung von Demultiplexern — 254
10.1.5	Modell für die 16-Bit-Register-Einheit — 264
10.2	Modell für die 16-Bit-Akku-Einheit — 269
10.3	Modell für das 16-Bit-Operationswerk — 271
10.4	Modell des Steuerwerkes — 276

X — Inhalt

10.5	Modell für den 16-Bit-Mikroprozessor mpu16_1 — 283
10.5.1	Der Speicher für Befehle und Daten — 287
10.6	Modell für das 16-Bit-Mikroprozessor-System(5) — 288
10.6.1	Testbench für das Mikroprozessor-System(5) — 295

A Anhang — 299

A.1	Verwendete Entwicklungssoftware — 299
A.1.1	Der Project Navigator — 299
A.1.2	Der ISIM Simulator — 299
A.1.3	GTKWave-Darstellung — 303
A.1.4	Der IP-Core-Generator — 304
A.2	Beispiel für das 12-Bit-Mikroprozessor-System(1) — 306
A.2.1	Testbench für das 12-Bit-Mikroprozessor-System(1) — 309
A.3	Beispiel für das 16-Bit-Mikroprozessor-System(4) — 310
A.3.1	16-Bit-Speicher für die Befehle — 311
A.3.2	16-Bit-Speicher für die Daten — 313
A.3.3	Testbench für das Mikroprozessor-System(4) — 314
A.4	Beispiel für das 16-Bit-Mikroprozessor-System(5) — 315
A.4.1	Der Befehlscode des 16-Bit-Mikroprozessors — 316
A.4.2	16-Bit-Speicher für Befehle und Daten — 318
A.4.3	Testbench für das Mikroprozessor-System(5) — 321

Literatur — 323

Stichwortverzeichnis — 325