
Spis treści

1. Wprowadzenie	9
2. Projektowanie układów prostych	12
2.1. Wprowadzenie	12
2.2. Projektowanie z bramek i przerzutników	13
2.2.1. Układy kombinacyjne	13
2.2.2. Układy sekwencyjne	18
2.3. Projektowanie układów z bloków funkcjonalnych	20
2.3.1. Projektowanie układów kombinacyjnych	20
2.3.2. Projektowanie układów sekwencyjnych	21
2.4. Opis układów w języku HDL	24
3. Podstawy projektowania układów złożonych	28
3.1. Wprowadzenie	28
3.2. Układy budowane z bloków funkcjonalnych	29
3.3. Układy mikroprogramowane	32
3.4. Układy mikroprocesorowe	40
4. Układy programowalne	45
4.1. Wstęp	45
4.2. Układy CPLD	47
4.2.1. Architektura układów CPLD	47
4.2.2. Przykładowa rodzina układów CPLD	48
4.3. Układy FPGA	49
4.3.1. Architektura układów FPGA	49
4.3.2. Przykładowe układy FPGA firmy ALTERA	54
4.3.3. Układy firmy Xilinx	58
4.3.4. Układy firmy Lattice	60
4.3.5. Układy Delta39K firmy Cypress	63
4.3.6. Układy AT6000 firmy Atmel	64
4.4. Konfigurowanie układów FPGA	66
5. Projektowanie urządzeń cyfrowych	69
5.1. Etapy procesu projektowania	69
5.1.1. Formalizacja opisu	69
5.1.2. Projekt koncepcyjny	70
5.1.3. Projekt techniczny	72
5.1.4. Budowa urządzenia i jego testowanie	73
5.1.5. Modyfikacje i ulepszanie	73
5.2. Porównanie metodologii projektowania	73

5.3.	Projekt modułu FPGA	75
5.4.	Przykład wykorzystania modułu FPGA	80
6.	Systemy wspomagające projektowanie	83
6.1.	Wprowadzenie	83
6.2.	Proces projektowania	84
6.2.1.	Wprowadzenie projektu	84
6.2.2.	Synteza projektu	87
6.2.3.	Programowanie układu	88
6.3.	Wykorzystywanie systemów EDA	88
6.4.	Wybrane narzędzia systemów EDA	89
6.5.	Wykonanie projektu za pomocą systemu EDA	91
6.6.	Przyspieszanie projektowania	103
7.	Języki opisu sprzętu	105
7.1.	Wprowadzenie	105
7.2.	Język VHDL	106
7.2.1.	Podstawowe struktury języka VHDL	106
7.2.2.	Operatory arytmetyczne i logiczne	112
7.2.3.	Instrukcje złożone	114
7.2.4.	Projektowanie behawioralne i strukturalne	115
7.2.5.	Tworzenie elementów bibliotecznych	117
7.3.	Język AHDL	119
7.3.1.	Podstawowe struktury języka	119
7.3.2.	Instrukcje podstawienia	122
7.3.3.	Instrukcje złożone	123
7.3.4.	Tablice wartości	125
7.3.5.	Opisy automatów	126
7.3.6.	Projektowanie strukturalne	129
7.4.	Język Verilog	131
7.4.1.	Typy danych	132
7.4.2.	Operatory logiczne i relacji	134
7.4.3.	Przykłady projektów	136
7.5.	Przykładowy projekt bloku funkcjonalnego	142
7.5.1.	Projekt opisany w języku VHDL	142
7.5.2.	Projekt opisany w języku AHDL	144
7.5.3.	Projekt opisany w języku Verilog	146
8.	Przykładowe projekty w języku VHDL	150
8.1.	Układy kombinacyjne	150
8.1.1.	Projektowanie multiplekserów	150
8.1.2.	Projektowanie dekodерów	157
8.1.3.	Projektowanie układów arytmetycznych	158
8.2.	Układy sekwencyjne	162
8.2.1.	Projektowanie przerzutników	162
8.2.2.	Projektowanie rejestrów i liczników	166
8.2.3.	Projektowanie automatów	170
8.3.	Projektowanie pamięci	173
8.3.1.	Projektowanie pamięci ROM	173
8.3.2.	Projektowanie pamięci RAM	176

9. Testowanie projektów w układach FPGA	179
9.1. Wprowadzenie	179
9.2. Ścieżka krawędziowa	180
9.2.1. Wprowadzenie	180
9.2.2. Interfejs JTAG	182
9.2.3. Opis ścieżki krawędziowej w języku BSDL	184
9.3. Ścieżka cykliczna	187
9.3.1. Wprowadzenie	188
9.3.2. Przykładowa implementacja ścieżki cyklicznej	189
10. Projekt sterownika drukarki	196
10.1. Etap wstępny projektu	196
10.1.1. Wymagania inwestora	196
10.1.2. Założenia projektowe	197
10.1.3. Specyfikacja	199
10.2. Projekt koncepcyjny	199
10.2.1. Schemat blokowy	200
10.2.2. Projekt układu sterującego z CPLD	201
10.2.3. Projekt zawartości układu CPLD	202
11. Prosty mikrokontroler	211
11.1. Opis słowny zadania projektowego	211
11.2. Etap wstępny projektu	212
11.2.1. Wymagania inwestora	212
11.2.2. Założenia projektowe	212
11.3. Projekt koncepcyjny	213
11.4. Projekt techniczny	214
11.4.1. Moduł transmisji wejściowej	215
11.4.2. Moduł transmisji wyjściowej	218
11.4.3. Moduł pamięci RAM	221
11.4.4. Moduł pamięci ROM	222
11.4.5. Moduł rozszerzenia szyny systemowej	224
11.4.6. Moduł procesora CPU	226
11.4.7. Mikrokontroler	235
12. Szyfrator blokowy	239
12.1. Opis słowny zadania projektowego	239
12.2. Etap wstępny projektu	241
12.3. Projekt koncepcyjny	241
12.3.1. Wariant I	241
12.3.2. Wariant II	242
12.3.3. Wariant III	244
12.4. Wnioski	245
Bibliografia	246
Skorowidz	247