

**Artur Cichowski
Paweł Szczepankowski
Wojciech Śleszyński**

TECHNIKA CYFROWA I MIKROPROCESOROWA

LABORATORIUM

Gdańsk 2011

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ
Romuald Szymkiewicz

RECENZENT
Janusz Nieznański

PROJEKT OKŁADKI I SKŁAD
Katarzyna Olszonowicz

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2011

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

ISBN 978-837348-400-9

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 10,3, ark. druku 10,75, 981/658

Spis treści

Wstęp	9
1. Wprowadzenie do środowiska Quartus II – Artur Cichowski	11
1.1. Cel ćwiczenia	11
1.2. Wprowadzenie	11
1.3. Metody definiowania układów cyfrowych	11
1.4. Wybrane elementy biblioteczne dostępne w środowisku Quartus	11
1.5. Tworzenie nowego projektu	13
1.6. Przykład schematu realizowanego w edytorze graficznym	16
1.7. Symulacja projektu	20
1.8. Konfiguracja układu FPGA i pamięci flash	23
1.9. Testowanie działania projektu z wykorzystaniem pakietu DE2	25
1.10. Zastosowanie narzędzia testowego <i>In-System Sources and Probes</i>	26
1.11. Przebieg ćwiczenia	29
1.12. Pytania kontrolne	29
1.13. Literatura	29
2. Bramki i przerzutniki – Wojciech Śleszyński	30
2.1. Cel ćwiczenia	30
2.2. Sygnały i układy logiczne	30
2.3. Algebra Bool’a	30
2.4. Bramki	31
2.5. Przerzutniki	33
2.6. Przygotowanie do zajęć	38
2.7. Przebieg ćwiczenia	39
2.8. Opracowanie wyników	41
2.9. Pytania kontrolne	42
2.10. Literatura	42
2.11. Załącznik	43
3. Układy kombinacyjne – Artur Cichowski	44
3.1. Cel ćwiczenia	44
3.2. Wprowadzenie	44
3.3. Przykład minimalizacji funkcji boolowskich	44
3.4. Realizacja układów kombinacyjnych za pomocą bramek NAND lub NOR	48
3.5. Realizacja układu kombinacyjnego za pomocą multipleksa	50
3.6. Przygotowanie do zajęć	54
3.7. Przebieg ćwiczenia	54
3.8. Opracowanie wyników	54
3.9. Literatura	55
4. Rejestry i pamięci – Paweł Szczepankowski	56
4.1. Cel ćwiczenia	56
4.2. Wprowadzenie	56
4.3. Przygotowanie do zajęć	62
4.4. Przebieg ćwiczenia	65
4.5. Pytania kontrolne	67
4.6. Literatura	67

5. Liczniki i dzielniki częstotliwości – Wojciech Śleszyński	68
5.1. Cel i zakres ćwiczenia	68
5.2. Wprowadzenie	68
5.3. Opis modułu <i>LPM_COUNTER</i>	72
5.4. Przygotowanie do zajęć	75
5.5. Program ćwiczenia	77
5.6. Opracowanie wyników	80
5.7. Pytania kontrolne	80
5.8. Literatura	80
6. Wprowadzenie do języka opisu sprzętu VHDL – Paweł Szczepankowski	81
6.1. Wprowadzenie	81
6.2. Cel ćwiczenia	85
6.3. Przygotowanie do zajęć	85
6.4. Przebieg ćwiczenia	86
6.5. Wskazówki	86
6.6. Pytania kontrolne	87
6.7. Literatura	87
7. Projektowanie synchronicznego układu sekwencyjnego – Wojciech Śleszyński	88
7.1. Cel i zakres ćwiczenia	88
7.2. Wprowadzenie	88
7.3. Proces projektowania automatu synchronicznego	89
7.4. Opis działania układu detekcji sekwencji bitów w języku VHDL	94
7.5. Przygotowanie do zajęć	97
7.6. Program ćwiczenia	97
7.7. Opracowanie wyników	97
7.8. Pytania kontrolne	98
7.9. Literatura	98
8. Wprowadzenie do środowisk: WinAVR, AVRStudio, VMLAB, HAPSIM i obsługa portów mikrokontrolera ATmega128 – Artur Cichowski	99
8.1. Cel ćwiczenia	99
8.2. Wprowadzenie	99
8.3. Wybrane zagadnienia z języka C	99
8.4. Uwarunkowania sprzętowe	101
8.5. Opis projektu	104
8.6. Pakiet WinAVR i tworzenie projektu oprogramowania	105
8.7. Symulacja projektu w środowisku AVRStudio	111
8.8. Symulacja projektu z wykorzystaniem programu HAPSIM	113
8.9. Symulacja projektu w środowisku VMLAB	114
8.10. Przygotowanie do zajęć	116
8.11. Przebieg ćwiczenia nr 8	116
8.12. Przebieg ćwiczenia nr 9	116
8.13. Literatura	117
9. System przerwań. Obsługa przycisków i wyświetlaczy siedmiosegmentowych – Artur Cichowski	118
9.1. Cel ćwiczenia	118
9.2. Przerwania	118
9.3. Ośmiobitowy licznik0 z wyjściami PWM	123
9.4. Opis projektu	126
9.5. Opis oprogramowania	126
9.6. Wytyczne dotyczące modyfikacji omówionego oprogramowania	131
9.7. Wskazówki dotyczące modyfikacji dołączonego oprogramowania	131

9.8. Przygotowanie do zajęć	134
9.9. Przebieg ćwiczenia	134
9.10. Literatura	134
10. Programowa realizacja zegara – Artur Cichowski	135
10.1. Cel ćwiczenia	135
10.2. Opis projektu	135
10.3. Opis oprogramowania	135
10.4. Wytyczne dotyczące modyfikacji oprogramowania przedstawionego w poprzedniej instrukcji	136
10.5. Przebieg ćwiczenia	136
10.6. Przygotowanie do zajęć	136
10.7. Literatura	136
11. Obsługa wyświetlaczy alfanumerycznych LCD w języku C z wykorzystaniem mikrokontrolera AVR – Artur Cichowski	137
11.1. Cel ćwiczenia	137
11.2. Opis sterownika HD44780 firmy Hitachi wyświetlaczy alfanumerycznych LCD	137
11.3. Opis projektu	148
11.4. Opis oprogramowania	148
11.5. Wytyczne dotyczące modyfikacji omówionego oprogramowania	154
11.6. Wskazówki dotyczące modyfikacji dołączonego oprogramowania	154
11.7. Przebieg ćwiczenia	155
11.8. Przygotowanie do zajęć	155
11.9. Literatura	156
12. Obsługa przetwornika analogowo-cyfrowego i licznika1 mikrokontrolera ATmega128 umożliwiająca generowanie przebiegu prostokątnego o nastawianym współczynniku wypełnienia – Artur Cichowski	157
12.1. Cel ćwiczenia	157
12.2. Przetwornik analogowo-cyfrowy	157
12.3. Ustawienie dla licznika1 trybu PWM z poprawnie generowaną fazą	158
12.4. Opis projektu	160
12.5. Opis oprogramowania	160
12.6. Wytyczne dotyczące modyfikacji omówionego oprogramowania	165
12.7. Wskazówki dotyczące modyfikacji dołączonego oprogramowania	165
12.8. Przebieg ćwiczeń 13 i 14	168
12.9. Przygotowanie do zajęć numer 13	168
12.10. Przygotowanie do zajęć numer 14	170
12.11. Literatura	170