

---

<b>Od autora</b> .....	8
<b>Dlaczego piszę programy w języku C?</b> .....	10
<b>Część I. Podstawy</b> .....	11
<b>1. Rozpoczynamy – bardzo blisko sprzętu</b> .....	12
1.1. Architektura mikrokontrolera Intel 8051.....	12
1.2. Podział pamięci mikrokontrolera 8051.....	13
1.2.1. Segmenty IDATA oraz DATA.....	14
1.2.2. SFR – rejestry specjalne .....	15
1.2.3. Segment CODE.....	16
1.2.4. Segmenty XDATA oraz PDATA.....	16
1.2.5. Rozróżnianie segmentów pamięci przez CPU .....	16
1.2.6. Obszar adresowania bitowego – segment BDATA .....	17
1.2.7. Rola sygnału PSEN.....	17
1.3. Wyprowadzenia portów .....	17
1.4. UART .....	18
1.5. Liczniki i timery.....	18
1.6. Przerwania.....	19
<b>2. Standardowe typy zmiennych</b> .....	20
2.1. Zasięg zmiennej .....	20
2.2. Deklarowanie zmiennych i nadawanie im wartości.....	21
2.3. Podstawowe typy zmiennych.....	22
2.4. Zmienne automatyczne i statyczne.....	23
2.5. Przekazywanie zmiennych przez funkcje.....	23
2.6. Zwracanie wartości przez funkcje .....	24
2.7. Stałe.....	25
2.8. Dyrektywa #define.....	26
2.9. Przekształcenia typów zmiennych.....	27
2.9.1. Ogólne zasady przekształcania typów .....	27
2.9.2. Przekształcenia typów znakowych .....	29
2.9.3. Rzuty typów zmiennych .....	30
2.9.4. Tworzenie definicji nazw typów danych.....	30
2.10. Unie.....	31
<b>3. Wybór optymalnego modelu pamięci</b> .....	33
3.1. Dostępne modele pamięci.....	33
3.2. Kryteria wyboru optymalnego modelu pamięci .....	34
3.3. Kryteria wyboru optymalnego segmentu dla danych.....	35
3.4. Wybór modelu pamięci przy kompilacji .....	36
3.4.1. Łączenie modeli pamięci .....	36
3.5. Sposoby umieszczania zmiennych w przestrzeni adresowej mikrokontrolera .....	37
3.5.1. Kwalifikatory obszarów pamięci .....	37
3.5.2. Polecenie AT .....	38
3.5.3. Umieszczanie funkcji pod określonym adresem .....	39
3.6. Funkcje obsługi przerwania sprzętowych .....	39
3.6.1. Słowo kluczowe <i>interrupt</i> .....	39
3.6.2. Polecenie <i>using</i> .....	41

<b>4.</b>	<b>Tablice i wskaźniki</b> .....	42
4.1.	Dostęp do elementów tablicy, indeksy tablic .....	42
4.1.1.	Nadawanie elementom tablicy wartości .....	43
4.1.2.	Tablice wielowymiarowe .....	44
4.2.	Struktury .....	45
4.2.1.	Pola bitowe .....	47
4.3.	Wskaźniki .....	48
4.3.1.	Deklarowanie wskaźników i nadawanie im wartości .....	49
4.3.2.	Nazwy wskaźników .....	50
4.3.3.	Arytmetyka wskaźników .....	51
4.3.4.	Wskaźniki kwalifikowane .....	51
4.3.5.	Wykaz kwalifikatorów przestrzeni .....	51
4.3.6.	Zasady przypisywania wskaźników .....	52
4.3.7.	Tablice wskaźników .....	53
4.3.8.	Związek między tablicami i wskaźnikami .....	53
4.3.8.	Wskaźniki a zmienne znakowe .....	54
4.3.9.	Wskaźniki do struktur .....	55
<b>5.</b>	<b>Składnia programu w języku C</b> .....	58
5.1.	Preprocesor .....	58
5.1.1.	Dyrektywa preprocesora #define .....	58
5.1.2.	Dyrektywa preprocesora #include .....	58
5.1.3.	Dyrektywa preprocesora #pragma .....	58
5.1.4.	Kompilacja warunkowa .....	59
5.2.	Program główny .....	59
5.3.	Komentarze .....	60
5.4.	Znak średnika .....	61
5.5.	Nawiasy klamrowe .....	62
5.6.	Wielkość liter .....	62
5.7.	Wykaz słów kluczowych kompilatora RC-51 .....	62
5.8.	Deklaracje zmiennych .....	62
5.9.	Operatory .....	63
<b>Część II.</b>	<b>Środowisko programistyczne</b> .....	65
<b>6.</b>	<b>Raisonance RIDE-51</b> .....	66
6.1.	Instalacja i uruchomienie pakietu RIDE .....	66
6.2.	Menu główne .....	66
6.3.	Ustawianie opcji projektu .....	68
6.4.	Dołączanie plików źródłowych do projektu .....	71
6.5.	Kompilowanie projektu .....	72
6.6.	Symulacja pracy programu .....	73
<b>Część III.</b>	<b>Przykłady</b> .....	79
	Kilka porad praktycznych .....	80
<b>7.</b>	<b>Mrugająca dioda LED</b> .....	82
7.1.	Opis programu .....	82
7.1.1.	Użycie #include .....	83
7.1.2.	Deklaracja linii portów I/O: sbit .....	83
7.2.	Program główny .....	83
7.2.1.	Pętla while i do...while .....	83
7.2.2.	Pętla for .....	84

---

7.2.3.	Funkcja delay, czyli jak tworzyć opóźnienia w programach .....	86
7.2.3.1.	Zgrubne odmierzenie czasu .....	86
7.2.3.2.	Dokładne odmierzenie czasu .....	89
<b>8.</b>	<b>Sterowanie 7-segmentowym wyświetlaczem LED</b> .....	<b>92</b>
8.1.	Użycie #define do budowy wzorców kształtów cyfr .....	93
8.1.1.	Korzystanie z tablicy wzorców cyfr: dostęp przez indeksy .....	95
8.1.2.	Korzystanie z tablicy wzorców cyfr: dostęp przez wskaźnik .....	96
<b>9.</b>	<b>Sterowanie multipleksowe trzema wyświetlaczami LED</b> .....	<b>99</b>
9.1.	Schemat elektryczny .....	99
9.2.	Zasada działania .....	99
9.3.	Konwersja liczb szesnastkowych na dziesiętne .....	102
9.4.	Rozpatrywanie warunków: switch – case .....	102
<b>10.</b>	<b>6-cyfrowy wyświetlacz LED</b> .....	<b>108</b>
10.1.	Schemat elektryczny .....	108
10.2.	Zasada działania .....	108
10.3.	Mikrokontroler jako licznik .....	111
10.4.	Konwersja liczb na znaki graficzne .....	112
10.5.	Wygaszanie zer nieznaczających .....	112
<b>11.</b>	<b>Pseudotekstowy wyświetlacz LED</b> .....	<b>117</b>
<b>12.</b>	<b>Obsługa wyświetlacza LCD</b> .....	<b>120</b>
12.1.	Dołączenie modułu wyświetlacza LCD do mikrokontrolera .....	120
12.2.	Opis działania programu .....	121
12.2.1.	Wprowadzanie danych przez porty I/O .....	125
12.2.2.	Umieszczanie znaku na określonych współrzędnych .....	126
12.2.3.	Wyświetlanie tekstu .....	126
12.2.4.	Definiowanie znaków użytkownika .....	127
12.2.5.	Pliki nagłówkowe .....	127
<b>13.</b>	<b>Budujemy program z klocków – plik projektu</b> .....	<b>129</b>
13.1.	Tworzenie biblioteki obsługi modułu wyświetlacza LCD .....	129
13.1.1.	Tworzenie pliku projektu .....	130
13.1.2.	Łączenie biblioteki z programem głównym .....	131
<b>14.</b>	<b>Łączenie modułu języka C z asemblerem</b> .....	<b>132</b>
14.1.	Przekazywanie parametrów przez funkcje .....	132
14.2.	Wymiana nazw funkcji pomiędzy modułami .....	133
<b>15.</b>	<b>Program do odczytu klawiatury PC jako przykład współpracy modułu napisanego w języku C z modułem w asemblerze</b> .....	<b>135</b>
15.1.	Deklaracje obiektów zewnętrznych .....	136
15.2.	Opis programu .....	137
<b>16.</b>	<b>Klawisze i klawiatury</b> .....	<b>147</b>
16.1.	Testowanie stanu pojedynczego przycisku .....	147
16.1.1.	Fizyczne właściwości styków przycisku .....	148
16.2.	Automatyczne powtarzanie naciśniętego klawisza .....	150
16.3.	Klawiatura 5-przyciskowa .....	153
16.4.	Klawiatura matrycowa 3×3 .....	155
16.5.	Wykorzystanie dodatkowego układu multipleksera 74157 .....	159
16.6.	Obsługa klawiatury z wykorzystaniem przerwania zewnętrznego .....	161

<b>17.</b>	<b>Transmisja szeregową poprzez UART (RS232)</b> .....	165
17.1.	Nastawy modułu UART.....	166
17.2.	Obsługa modułu UART bez wykorzystania przerw.....	167
17.3.	Wykorzystanie przerw do obsługi UART.....	169
17.4.	Funkcje biblioteki <i>stdio.h</i> .....	172
17.4.1.	Funkcja <code>printf()</code> .....	173
17.4.2.	Funkcja <code>scanf()</code> .....	174
17.4.3.	Obsługa wyświetlacza LCD z wykorzystaniem funkcji <code>printf()</code> .....	174
17.4.4.	Wymiana funkcji bibliotecznych: redefinicja <code>putchar()</code> .....	176
17.4.5.	Uwagi na temat tworzenia redefinicji.....	177
17.5.	Automatyczne wykrywanie prędkości transmisji UART.....	179
<b>18.</b>	<b>Sprzętowy interfejs SPI</b> .....	184
18.1.	Zasada działania.....	184
18.2.	Nastawy sprzętowego interfejsu SPI.....	185
18.3.	Program obsługi sprzętowego interfejsu SPI.....	187
<b>19.</b>	<b>Interfejs I<sup>2</sup>C</b> .....	189
19.1.	Zasada działania interfejsu I <sup>2</sup> C.....	189
19.2.	Programowa realizacja interfejsu I <sup>2</sup> C.....	189
<b>20.</b>	<b>Interfejs 1-Wire</b> .....	192
20.1.	Zasada działania 1-Wire.....	192
20.2.	Realizacja programowego interfejsu 1-Wire.....	192
<b>21.</b>	<b>Programowanie <i>in-circuit</i> na przykładzie konstrukcji płytki ewaluacyjnej</b> .....	195
21.1.	Programowanie <i>in-circuit</i> .....	195
21.2.	Aplikacja sterująca – AVRProg.....	197
21.3.	Opis układu.....	200
21.3.1.	Opis złącz.....	204
21.3.2.	Programator – opis programu.....	205
21.4.	Montaż zestawu uruchomieniowego.....	217
21.5.	Uruchomienie układu.....	218
21.6.	Uwagi na temat eksploatacji.....	219
<b>22.</b>	<b>Odczyt enkodera pozycji absolutnej jako przykład współpracy mikrokontrolera z układami zewnętrznymi</b> .....	221
22.1.	Schemat urządzenia z enkoderem.....	221
22.2.	Dekoder adresów układów zewnętrznych.....	223
22.3.	Opis funkcji odczytu enkodera.....	225
22.4.	Klawiatura jako zewnętrzna pamięć danych.....	231
<b>23.</b>	<b>Wielopoziomowe menu z wyświetlaczem LCD</b> .....	233
23.1.	Schemat elektryczny.....	233
23.2.	Odczyt klawiatury.....	234
23.3.	Menu jednopoziomowe.....	237
23.4.	Menu dwupoziomowe.....	241
23.5.	Uwagi na temat programu.....	249
<b>24.</b>	<b>Interpreter poleceń</b> .....	252
24.1.	Wywoływanie funkcji przez konwersję typów.....	252
24.2.	Prosty interpreter komend.....	254

---

24.3.	Zdalny wyświetlacz LCD z interpreterem komend.....	256
24.4.	Uwagi na temat programów .....	263
<b>25.</b>	<b>Energooszczędne tryby pracy mikrokontrolera.....</b>	<b>264</b>
25.1.	Bezprzewodowy termometr jako przykład aplikacji wykorzystującej tryb energooszczędny .....	265
25.1.1	Program nadajnika .....	269
25.1.2.	Program odbiornika.....	274
<b>26.</b>	<b>Dekoder kodu RC5.....</b>	<b>281</b>
26.1.	Kodowanie transmisji .....	281
26.2.	Program obsługi dekodera .....	286
<b>Dodatki</b>	.....	<b>291</b>
Dodatek A.	Używanie dyrektywy <code>#pragma</code> w kompilatorze Raisonance RC-51 .....	292
Dodatek B.	Opis funkcji bibliotecznych predefiniowanych dla RC-51 .....	296
Dodatek C.	Ograniczenia implementacji: nagłówki <code>limits.h</code> i <code>float.h</code> .....	303
Dodatek D.	Liczby dwójkowe, szesnastkowe a dziesiętne .....	305
Dodatek E.	Tablica pierwszeństwa.....	309
Dodatek F.	Znakowe sekwencje specjalne.....	310
Dodatek G.	Dokumentacja techniczna zestawu uruchomieniowego.....	311