

1. Mikrokontroler jednoukładowy 89c52	6
2. Minikarta graficzna i płytka aplikacji	9
2.1 Minikarta Color, minikarta graficzna z 89c52, 40x40 punktów 16 kolorów.....	9
2.2 Płytki aplikacji: Karta Prezentacyjna 89c52 z 64kB RAM.....	11
2.3 Płytki aplikacji: Karta Prezentacyjna 80c32 z 64kB RAM i 64kB EEPROM.....	12
2.4 Zestaw Minikarta Color z Kartą Prezentacyjną z 64kB RAM.....	14
2.5 Zestaw Minikarta Color z Kartą Prezentacyjną z 64kB RAM i 64kB EEPROM.....	15
2.6 Parametry generowanych kolorów i funkcje Minikarty Color.....	16
2.7 Generowane efekty przykładowej aplikacji.....	18
2.8 Transmisja i format danych przesyłanych do Minikarty Color.....	20
2.9 Generowanie animacji graficznych.....	27
2.10 Generowanie efektów nakładania plansz, oprogramowanie prezentacyjne: AP.ASM.....	30
2.11 Minigrzy wideo na płytce aplikacji 80c32 + 64kB RAM + 64kB EEPROM i Minikartę Color.....	37
2.12 Pusty interfejs karty.....	37
3. Jak bezbłędnie programować 89c52, 89s52, 89c55wd, 89c51rb2, 89c51rc2, 80c51rd2	43
3.1 Lista instrukcji języka kalkulatorowego MCS-51.....	44
3.1.1 Instrukcje arytmetyczne.....	44
3.1.2 Instrukcje logiczne.....	48
3.1.3 Instrukcje przesłań pomiędzy rejestrami i pamięcią.....	50
3.1.4 Instrukcje wykonywane na zmiennych bitowych.....	52
3.1.5 Skoki programowe i wywołania podprocedur.....	54
3.1.6 Znaczniki ustawiane i zerowane przez poszczególne instrukcje arytmetyczne i logiczne.....	57
3.2 Przydział zasobów i konfigurowanie rejestrów SFR w MCS-51.....	59
3.2.1 Znaczniki przechowywane w rejestrze PSW.....	59
3.2.2 Podział pamięci wewnętrznej RAM, banki rejestrów i obszar stosu.....	59
3.2.3 Rejestr stosu.....	59
3.2.4 Przełączanie banków rejestrów.....	60
3.2.5 Dostęp do rejestrów SFR.....	61
3.2.6 Obsługa przerwań.....	62
3.2.7 Adresowanie bezpośrednio i pośrednio.....	64
3.2.8 Rejestry arytmetyczne i ogólnego przeznaczenia: A, B, R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7.....	65
3.2.9 Rejestry SFR mikrokontrolera 89c52.....	65
3.2.10 Rejestry SFR mikrokontrolera 89s52, 89c55wd.....	66
3.2.11 Dostęp do DPTR0 i DPTR1, rozszerzony zestaw instrukcji czy AUXR1.....	67
3.2.12 Priorytety przerwań i odkładanie rejestrów na stos.....	69
3.2.13 Rejestr priorytetu przerwań.....	70
3.2.14 Dodatkowe rejestry SFR mikrokontrolera AT89C51RB2, AT89C51RC2, AT80C51RD2.....	72
3.2.14.1 Dodatkowa pamięć XRAM.....	73
3.2.14.2 Dodatkowe alternatywne funkcje pinów.....	74
3.2.15 Podstawowe konfigurowanie mikrokontrolera 89c52, 89s52, 89c55wd.....	75
3.2.16 Najprostszy program na 89c52, 89s52, 89c55wd.....	77
3.2.17 Konfigurowanie układów czasowych i liczników 89c52, 89s52, 89c55wd.....	79
3.2.17.1 Rejestr TCON.....	79
3.2.17.2 Rejestr TMOD.....	79
3.2.17.3 Układ czasowo-licznikowy Timer 0.....	82
3.2.17.4 Układ czasowo-licznikowy Timer 1.....	85
3.2.17.5 Układ czasowo-licznikowy Timer 2.....	88
3.2.17.5.1 Rejestr T2CON.....	88
3.2.17.5.2 Tryby pracy układu czasowo-licznikowego Timer2.....	93
3.2.17.5.3 Rejestr T2MOD.....	93
3.2.17.5.4 Tryb przechwytywania.....	94
3.2.17.5.5 Tryb samoprzeładowania.....	95
3.2.17.5.6 Tryb generowania przebiegu dla portu transmisji szeregowej.....	97
3.2.17.5.7 Tryb generowania przebiegu o zadanej częstotliwości na wyjściu T2.....	99
3.2.18 Konfigurowanie przerwań.....	101
3.2.18.1 Sześciowektorowy system przerwań w AT89C52, AT89C55WD, AT89S52.....	101
3.2.18.2 Ośmio i dziewięciowektorowy system przerwań w AT80C51RD2, AT89C51RB2, AT89C51RC2.....	101
3.2.18.3 Krytyczny czas obsługi przerwań.....	101
3.2.18.4 Rejestr zezwoleń przerwań i priorytetów przerwań.....	107
3.2.18.4.1 Rejestr IE, 89c52, 89s52, 89c55wd.....	108
3.2.18.4.2 Rejestr IP, 89c52, 89s52, 89c55wd.....	108
3.2.18.5 Czteropozomowy system przerwań 89C51RB2, 89C51RC2 i 80C51RD2.....	109
3.2.18.5.1 Rejestr IPL0, IPH0.....	110

3.2.18.5.2 Rejestr IPL1, IPH1.....	111
3.2.18.5.3 Rejestr IE0, IE1, (IEN0, IEN1).....	112
3.2.18.5.4 Konfigurowanie przerw. Przykładowy program.....	113
3.2.19 Konfigurowanie portu szeregowego.....	116
3.2.19.1 Rejestr SCON.....	116
3.2.19.2 Tryby pracy portu szeregowego.....	119
3.2.19.3 Wybór szybkości pracy dla portu transmisji szeregowej, 89c52, 89s52, 89c55wd.....	119
3.2.19.4 Dodatkowe możliwości 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2, wybór szybkości pracy dla portu transmisji szeregowej.....	120
3.2.19.5 Rejestr SBUF, PCON.....	121
3.2.20 Zaawansowana konfiguracja 89s52, 89c55wd, 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2.....	122
3.2.20.1 Rejestr AUXR, 89s52, 89c55wd.....	122
3.2.20.2 Rejestr AUXR, 89C51RB2, 89C51RC2.....	122
3.2.20.3 Rejestr AUXR, 80C51RD2 i 89C51RD2.....	124
3.2.20.3.1 Większa pamięć XRAM, 89C51RD2.....	124
3.2.21 Do czego służy Watchdog.....	125
3.2.21.1 Ewolucja długości rejestru Watchdoga.....	125
3.2.21.2 Rejestr WDTRST.....	126
3.2.21.3 Rejestr WDTPRG.....	126
3.2.21.4 Sprzętowy Watchdog z generowaniem sygnału reset dla peryferiów.....	126
3.2.21.5 Inicjowanie pracy licznika Watchdog.....	127
3.2.21.6 Watchdog w trybie Power-down, 89s52, 89c55wd, 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2.....	127
3.2.21.7 Watchdog w trybie Idle, 89s52, 89c55wd.....	127
3.2.21.8 Watchdog w trybie Idle, 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2.....	127
3.2.22 Tryb uśpienia Idle.....	128
3.2.23 Tryby oszczędzania energii Power-down.....	128
3.2.24 Bootloader w AT89C51RB2, AT89C51RC2, AT89C51RD2.....	130
3.2.24.1 Rejestr programowany HSB.....	131
3.2.24.2 Bit ENBOOT ustawiany programowo w rejestrze AUXR1.....	131
3.2.25 Tryb podwojenia szybkości X2, 89C51RB2, 89C51RC2 i 80C51RD2.....	133
3.2.25.1 Rejestr CKCON0 i CKCON1.....	134
3.2.26 Dodatkowe możliwości oszczędzania energii, rejestr CKRL.....	135
3.2.27 Komunikacja wielomikroprocesorowa.....	136
3.2.27.1 Wykrywanie błędu ramki.....	136
3.2.27.2 Automatyczne rozpoznawanie adresu, 89C51RB2, 89C51RC2 i 80C51RD2.....	136
3.2.27.2.1 Rejestry SADDR, SADEN.....	137
3.2.27.2.1.1 Adres indywidualny.....	137
3.2.27.2.1.2 Adres ogólny.....	137
3.2.27.2.1.3 Ustawienie rejestrów SADDR, SADEN po reset.....	138
3.2.27.3 Dedykowany generator przebiegu zegarowego dla portu transmisji szeregowej w trybie 1 i 3, 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2.....	138
3.2.27.3.1 Konfigurowanie częstotliwości generowanego przebiegu, rejestry BRL, BDRCON.....	138
3.2.28 Maksymalna częstotliwość taktowania mikrokontrolerów AT89C51RB2, AT89C51RC2.....	139
3.2.29 Kompatybilność mikrokontrolerów 89s52, 89c55wd, 89C51RB2, 89C51RC2, 80C51RD2.....	140
3.2.30 Rozkład pinów w obudowach DIP-40.....	141
3.2.31 Funkcje portów i pinów, 89c52, 89s52, 89c55wd.....	143
3.2.32 Najprostsza aplikacja na 89c52.....	148
3.2.33 Charakterystyka portów P0, P1, P2, P3.....	150
3.2.34 Instrukcje które odczytują stan linii wejściowych portów I/O.....	153
3.2.35 Instrukcje które odczytują stan przerzutników wyjściowych.....	154
3.2.36 Przestrzeń adresowa. Kod binarny i szesnastkowy, czyli potęgi liczby 2.....	155
3.2.37 Magistrala równoległa, podłączamy zewnętrzną pamięć danych S-RAM i pamięć programu FLASH.....	156
3.2.38 Magistrala szeregową SPI, podłączamy szeregową pamięć danych S-RAM i FLASH.....	178
3.2.39 Port szeregowy, systemy wielomikrokontrolerowe.....	180
3.2.40 Reset w systemach wielomikrokontrolerowych.....	180
3.2.41 Jak napisać pierwszy program ?.....	222
3.2.42 Jak zaprogramować 89c52, 89c55wd, 89s52 ?.....	223
3.2.43 Jak prawidłowo korzystać z oprogramowania Atmel Microcontroller ISP Software.....	229
3.2.44 Jak zaprogramować bootloaderem 89c51rb2, 89c51rc2, 89c51rd2, 89c51ed2 ?.....	230
3.2.44.1 Program FLIP do obsługi bootloadera.....	233
3.2.44.1.1 Najprostsza aplikacja bootloadera dla 89c51rb2, 89c51rc2.....	235
3.2.45 Jaki mikrokontroler jest najlepszy na płytce MinikartyColor, i płytce aplikacji.....	243
3.2.46 Integracja płytki programatora i płytki aplikacji typ 3 i typ 4 z programem FLIP.....	246

3.2.46.1 Programator ISP/RS232 zintegrowany z programem FLIP.....	247
3.2.46.2 Podstawowa integracja płytki aplikacji typ 3 z programem FLIP.....	249
3.2.47 Płytki aplikacji typ 3, dla 89c51rb2, 89c51rc2 w DIP-40.....	255
3.2.48 Płytki aplikacji typ 4, dla 89c51rb2, 89c51rc2, 89c51rd2, 89c51ed2 w PLCC-44.....	257
3.2.49 Płytki aplikacji typu 5 i 6, dla 89C51AC2, 89C51AC3 i 89C5130, 89C5131.....	259
3.2.49.1 Wytyczne dla płytki aplikacji typ 5 dla 89C51AC2, 89C51AC3.....	259
3.2.49.2 Wytyczne dla płytki aplikacji typ 6 dla 89C5130, 89C5131.....	259
3.2.50 Proponowany zakres testów 89c51rc2 na płytce aplikacji typ 3, grą wideo.....	260
3.2.50.1 Praktyczna realizacja 5 testów.....	261
3.2.50.2 Wnioski z przeprowadzonych testów.....	269
3.2.51 Prawidłowe przełączanie rejestrów DPTR0 i DPTR1.....	270
3.2.52 Zabezpieczenie złącza ISP diodami Zenera 5,1V.....	273
3.2.53 Podsumowanie rozdziału.....	274
4. Plansza obrotowa, dokładność obliczeń trygonometrycznych.....	275
4.1 8-bitowa funkcja sinus i 7-bitowy argument funkcji.....	276
4.2 Zagadnienia dyskretyzacji funkcji.....	277
4.3 16-bitowa funkcja sinus i 8-bitowy argument funkcji.....	279
5. Aplikacja z grafiką 3D, minigra: Jeździmy po parku.....	281
5.1 Wykrywanie zaliczenia etapów.....	283
5.2 Nadawanie obiektom perspektywy.....	285
5.3 Fabuła gry jeździmy po parku.....	287
5.4 Mapa do gry jeździmy po parku.....	288
5.5 Przyciski obsługi gry jeździmy po parku.....	288
5.6 Przebieg gry jeździmy po parku.....	289
6. Aplikacja z grafiką 3D, minigra: Jeździmy motorówką.....	291
6.1 Wykrywanie przekraczania linii etapów $y=ax+b$	293
6.2 Wyświetlanie zaliczenia etapów na ekranie konsoli wideo.....	301
6.3 Wyświetlanie parametrów ruchu: szybkości i kierunku.....	305
6.4 Wyświetlanie licznika punktów.....	307
6.5 Mapa do gry jeździmy motorówką.....	310
6.6 Przyciski obsługi gry jeździmy motorówką.....	310
6.7 Przebieg gry jeździmy motorówką.....	311
7. Aplikacja z grafiką 3D, minigra: Jeździmy po mieście.....	314
7.1 Fabuła gry jeździmy po mieście.....	314
7.2 Plansza do gry jeździmy po mieście.....	315
7.3 Liczymy punkty przekroczeń warunków.....	317
7.4 Wykrywanie jazdy w niewłaściwym kierunku.....	319
7.5 Wykrywanie jazdy poza obszarem drogi.....	335
7.6 Wykrywanie przekroczenia białej linii.....	339
7.7 Wykrywanie zaliczenia etapów.....	342
7.8 Mapa do gry jeździmy po mieście.....	344
7.9 Przyciski obsługi gry jeździmy po mieście.....	344
7.10 Przebieg gry jeździmy po mieście.....	345
7.11 Raport z testu wykrywania wykroczeń: wykrywanie jazdy pod prąd.....	349
7.12 Raport z testu wykrywania wykroczeń: wykrywanie przekroczenia białej linii.....	349
7.13 Raport z testu wykrywania wykroczeń: wykrywanie przekroczenia białej linii.....	350
7.14 Raport z testu wykrywania wykroczeń: wykrywanie jazdy poza wyznaczoną drogą.....	350
8. Aplikacja z grafiką 3D, minigra: Jazda czołgiem.....	352
8.1 Model matematyczny konsoli wideo z obiektami 3D.....	353
8.2 Trzy plansze z informacjami o terenie i cieniach obiektów 3D.....	354
8.3 Definicja obiektów 3D.....	355
8.4 Wykrywanie widoczności i wyświetlanie obiektów 3D.....	358
8.5 Animacja obiektów 3D na planszy gry.....	360
8.6 Mapa do gry jazda czołgiem.....	369
8.7 Przyciski obsługi gry jazda czołgiem.....	369
8.8 Przebieg gry jazda czołgiem.....	370
9. Aplikacja z grafiką 3D, minigra: Symulator lotów.....	374
9.1 Fabuła gry symulator lotów.....	374
9.2 Mapa do gry symulator lotów.....	374
9.3 Przyciski obsługi gry symulator lotów.....	375
9.4 Przebieg gry symulator lotów.....	376
Dodatek A. Pełny kod programu Jeździmy po parku, z 16 bitową funkcją sinus i aproksymacją.....	378