

Od Autora (11)

Wykaz stosowanych oznaczeń (13)

Wstęp (15)

Rozdział 1. Schemat blokowy, pamięć, rejestry (19)

- Skrócony opis instrukcji dla procesorów z rodziny Mid-Range (20)
- Schemat blokowy (22)
- Pamięć programu (23)
- Cykl maszynowy (25)
- Licznik programu (25)
- Stos (26)
 - o Tryby adresowania, budowa pamięci danych, podział na banki (26)
- Adresowanie pamięci RAM w procesorach Base-Line (27)
- Adresowanie pamięci RAM w procesorach Mid-Range (28)
- Rejestry specjalne procesora (SFR) (29)
- Rejestry ogólnego przeznaczenia (GPR) (32)
 - o Rejestr STATUS (33)
- Modyfikacja i odtwarzanie zawartości licznika rozkazów (35)
 - o Modyfikacja i odtwarzanie zawartości PC w procesorach Mid-Range (36)
 - o Modyfikacja i odtwarzanie zawartości PC w procesorach Base Line (37)
- Pamięć konfiguracyjna (38)
 - o Zawartość pamięci konfiguracyjnej (39)

Rozdział 2. Układ przerwań, układy sterujące (45)

- Układ przerwań (45)
 - o Układ przerwań dla mniejszych procesorów (46)
 - o Układ przerwań dla większych procesorów (47)
 - o Przerwanie zewnętrzne - z linii INT (RB0) (48)
 - o Przerwanie od zmiany sygnału na liniach portu B (RB4 - RB7) (49)
 - o Przerwanie od przepełnienia licznika TMR0 (49)
 - o Przerwanie od zakończenia zapisu do pamięci EEPROM (49)
 - o Struktura programu z wykorzystaniem przerwań (50)
 - o Przechowywanie zawartości rejestrów podczas obsługi przerwania (50)
 - o Procedury sprawdzające (52)
- Układ oscylatora (52)
 - o Tryby pracy oscylatora dla procesorów bez bitu FOSC2 (53)
 - o Standardowy generator kwarcowy - tryby LP, XT, HS (53)
 - o Podłączanie zewnętrznego źródła sygnału zegarowego (55)
 - o Generator RC - tryb RC (55)
 - o Wewnętrzny generator RC - tryb INTRC (56)
 - o Tryby pracy oscylatora dla procesorów z bitem FOSC2 (57)
- Układ zerowania procesora (59)
 - o Zerowanie linią $\sim$ MCLR (61)
 - o Zerowanie po włączeniu zasilania - POR (61)
 - o Zerowanie przy spadku napięcia zasilania - BOR (62)
 - o Bity związane z funkcją zerowania (63)
 - o Początkowe ustawienia rejestrów po wyzerowaniu (64)
 - o Zachowanie się oscylatora po wyzerowaniu (65)
- Stan uśpienia mikrokontrolera (65)

- o Standardowy układ pracy procesora (73)

Rozdział 3. Porty, liczniki, pamięć EEPROM (75)

- Porty wejścia/wyjścia - charakterystyka ogólna (75)
 - o Port A (77)
 - o Port B (78)
 - o Port C (79)
 - o Port D (80)
 - o Port E (81)
 - o Port GPIO (82)
- Moduły liczników (timerów) (83)
 - o Timer 0 (83)
 - o Licznik WDT (Watchdog Timer) (86)
 - o Timer 1 (87)
 - o Timer 2 (92)
- Nieulotna pamięć danych (94)
 - o Opis działania (94)
 - o Odczyt z pamięci EEPROM (96)
 - o Zapis do pamięci EEPROM (96)
- Odczyt i zapis do pamięci programu (97)
 - o Odczyt z pamięci programu typu FLASH (98)
 - o Zapis do pamięci programu typu FLASH (98)
 - o Programowanie procesora przez zapis do pamięci programu (100)

Rozdział 4. Interfejsy, przetworniki A/C, układy analogowe (101)

- Interfejs USART (101)
 - o Obliczanie szybkości transmisji (104)
 - o Praca modułu USART w trybie asynchronicznym (106)
 - o Praca modułu USART w trybie synchronicznym (111)
- Interfejs szeregowy SSP - tryb SPI (116)
 - o Konfiguracja modułu SPI (116)
 - o Praca w trybie SPI - master (119)
 - o Praca w trybie SPI - slave (121)
 - o Praca w stanie uśpienia (122)
- Interfejs szeregowy SSP - tryby SPI i I2C (122)
 - o Ustalenie częstotliwości transmisji (127)
 - o Standardowy protokół transmisji (127)
 - o Nadawanie w trybie master (127)
 - o Odbiór w trybie master (128)
 - o Konfiguracja modułu I2C (128)
 - o Procedury sprawdzające (129)
- PSP - 8-bitowy port równoległy (133)
- Układy CCP i PWM (135)
 - o Tryb Rejestruj (Capture) (136)
 - o Tryb Porównaj (Compare) (137)
 - o Tryb PWM - modulator szerokości impulsów (137)
- Standardowy przetwornik A/C z kompensacją wagową (140)
 - o 8-bitowy przetwornik A/C (140)

- o Opis działania przetwornika A/C (143)
- o Obliczanie minimalnego czasu akwizycji (145)
- o Konwersja A/C w trybie obniżonego poboru mocy (147)
- o 10-bitowy przetwornik AC (148)
- o 12-bitowy przetwornik A/C (150)
- o Przetwornik A/C z przetwarzaniem U/t (151)
- o Programowany układ napięcia odniesienia (152)
- o Moduł komparatora analogowego (154)
- o Konfiguracja modułu komparatorów (156)
- o Parametry komparatora (156)

Rozdział 5. Lista instrukcji (159)

- Format instrukcji i uwagi wstępne (161)
- Szczegółowy opis rozkazów (162)
 - o Zerowanie zawartości rejestru (163)
 - o Przesłania (163)
 - o Operacje arytmetyczne (164)
 - o Instrukcje logiczne (168)
 - o Przesunięcia bitów w rejestrze (169)
 - o Instrukcje ustawiania i zerowania bitów w rejestrze (172)
 - o Instrukcje skoków (173)
 - o Instrukcje powrotów (180)
 - o Przejście w stan obniżonego poboru mocy (182)
 - o Wyzerowanie licznika WDT (183)
 - o Wykonanie cyklu pustego (183)
 - o Instrukcje tris i option (184)
 - o Wyjątki (184)
- Formalny opis instrukcji (185)
- Lista instrukcji dla procesorów Base-Line (198)

Rozdział 6. Asembler MPASM (201)

- Formaty liczb i znaków (201)
- Operatory arytmetyczne i logiczne (202)
- Format pliku wejściowego (203)
 - o Linia (203)
 - o Separator (203)
 - o Komentarz (203)
 - o Etykiety (203)
 - o Rozkazy (203)
 - o Polecenia (203)
- Lista poleceń (204)
- Opis częściej używanych poleceń (204)
- Wywołanie kompilatora (214)
 - o Oddzielne wywołanie kompilatora MPASMWIN (217)
 - o Wywołanie kompilatora MPASM (217)
- Oznaczenia i formaty plików (218)
 - o Format pliku z listą błędów (.err) (218)
 - o Format pliku z informacjami o przebiegu kompilacji (.lst) (219)

- o Format pliku wynikowego (.hex) (219)
- Instrukcje specjalne (221)

Rozdział 7. Zintegrowane środowisko uruchomieniowe MPLAB (223)

- Instalacja (223)
 - o System zapisu czynności (224)
- Wywołanie (224)
 - o Zawartość linii statusu (224)
- Okienko File (226)
- Okienko Project (227)
 - o Tworzenie projektów (228)
 - o Edycja projektu (228)
 - o Kompilacja (231)
- Okienko Edit (231)
- Okienko Debug (232)
 - o Menu Run (232)
 - o Menu Execute (235)
 - o Menu Simulator Stimulus (235)
 - o Ustawianie pułapek - polecenie Break Settings (241)
 - o Ustawianie znaczników - polecenie Trace Settings (242)
 - o Kasowanie znaczników - polecenie Clear all Points (242)
 - o Polecenie Power on Reset (242)
- Okienko Picstart Plus (243)
- Okienko Options (244)
 - o Polecenie Development Mode (244)
 - o Okienko Tools (245)
 - o Okienko Window (245)
 - o Okienko Program Memory (246)
 - o Okienko Trace Memory (246)
 - o Okienko EEPROM Memory (246)
 - o Okienko Absolute Listing (246)
 - o Okienko Stack (247)
 - o Okienko File Register (247)
 - o Okienko Special Function Register (247)
 - o Okienko Show Symbol List (249)
 - o Okienko Stopwatch (249)
 - o Okienko Project Window (249)
 - o Okienko New Watch Window (249)
 - o Okienko Modify (250)
 - o Polecenia Tile Horizontal, Tile Vertical, Cascade, Iconize All, Arrange Icons (250)
 - o Okienko Help (250)
- Błędy, ostrzeżenia i komunikaty (250)
- Programowanie (251)

Rozdział 8. Programowanie procesorów (253)

- Język programowania (253)
- Zależności czasowe (254)

- Algorytmy programowania (255)
- Programatory - sprzęt i oprogramowanie (255)
- Programowanie procesorów (257)
 - o Programowanie w programatorze (257)
 - o Programowanie w układzie (258)
 - o Standard łączówki programatora (260)
- Pamięć konfiguracyjna w procesorach Mid-Range (260)
 - o Rejestr konfiguracyjny (261)
 - o Rejestr konfiguracyjny dla procesora PIC16F877 (261)
 - o Rejestr konfiguracyjny dla procesora PIC16F628 (261)
 - o Rejestr konfiguracyjny dla procesora PIC16F84 (261)
 - o Rejestr konfiguracyjny dla procesora PIC12C509 (261)
 - o Ustawianie bitów konfiguracyjnych (263)
- Pamięć danych EEPROM (265)
- Schematy programatorów (265)
 - o Programator PICPROG (266)
 - o Programator JDM (267)
 - o Programator JUPIC (267)
- Programowanie przez zapis do pamięci programu (269)
 - o Program ładujący (bootloader) (269)
 - o Program komunikacyjny (downloader) (270)
 - o Podłączenie procesora do komputera (271)
 - o Przebieg programowania (271)
 - o Kod źródłowy programu bootldr.asm (272)

Rozdział 9. Eksperymenty, programy, projekty (275)

- Konfiguracja minimalna (275)
- Wybór procesora (277)
 - o Krótka charakterystyka procesora (277)
 - o System oznaczania (279)
 - o Mapa pamięci RAM (280)
 - o Rejestr konfiguracyjny (280)
 - o Konfiguracja linii I/O (284)
 - o Generator zegarowy (284)
 - o Układ eksperymentalny (284)
 - o Programator (285)
 - o Oprogramowanie (285)
 - o Źródło zasilania (286)
- Programy (286)
 - o Program P1 - zapal diodę (287)
 - o Program P2 - zapal diodę po naciśnięciu klawisza (288)
 - o Program P3 - przerzutnik (289)
 - o Program P4 - eliminacja drgań styków (290)
 - o Program P5 - przerzutnik, eliminacja drgań styków w obsłudze przerywania (293)
 - o Program P6 - migacz z pętlą opóźniającą, $F_{osc} = 37 \text{ kHz}$ (295)
 - o Program P7 - migacz z pętlą opóźniającą, $F_{osc} = 4 \text{ MHz}$ (297)
 - o Program P8 - migacz z czasem odmierzonym przez licznik 0 (1) (298)
 - o Program P9 - migacz z czasem odmierzonym przez licznik 0 (2) (300)

- o Program P10 - migacz z czasem odmierzanym przez t licznik 1 (301)
- o Program P11 - migacz z czasem odmierzanym przez licznik 1 i CCP (303)
- o Program P12 - migacz z czasem odmierzanym przez licznik 2 (304)
- o Program P13 - migacz z dzielnikiem częstotliwości na liczniku 0 (306)
- o Program P13a - migacz, konfiguracja minimalna (307)
- o Program P14 - migacz, czas odmierzanym przez licznik WDT (308)
- o Program P15 - migacz, czas odmierzanym przez licznik WDT w stanie uśpienia (309)
- o Program P16 - migacz z sygnalizacją akustyczną (310)
- o Program P17 - migacz z opóźnieniem przez wykonywanie instrukcji addlw, 255 (312)
- o Program P18 - migacz z opóźnieniem przez wykonywanie instrukcji addlw, 255 i przepełnienie licznika rozkazów (313)
- o Program P19 - wyjście ze stanu uśpienia po naciśnięciu przycisku (314)
- o Program P20 - generator sygnału "SOS" (316)
- o Program P21 - generator napięcia schodkowego (318)
- o Program P22 - 4-bitowy przetwornik A/C (320)
- o Program P23 - programowa obsługa 12-bitowego przetwornika A/C (323)
- o Program P24 - zasilacz sterowany cyfrowo (326)

Rozdział 10. Procedury matematyczne (331)

- Oznaczenia formatu argumentów i wykaz procedur (331)
 - o Wykaz procedur (332)
- Dodawanie (333)
 - o Dodawanie liczb 16-bitowych (333)
 - o Dodawanie liczb 24-bitowych (333)
 - o Dodawanie liczb 32-bitowych (334)
- Odejmowanie (334)
 - o Odejmowanie liczb 16-bitowych (335)
 - o Odejmowanie liczb 24-bitowych (335)
 - o Odejmowanie liczb 32-bitowych (336)
- Mnożenie (336)
 - o Mnożenie liczb 8-bitowych (337)
 - o Mnożenie liczby 16-bitowej przez liczbę 8-bitową (338)
 - o Mnożenie liczb 16-bitowych (339)
- Dzielenie (341)
 - o Dzielenie liczb 8-bitowych (341)
 - o Dzielenie liczby 16-bitowej przez liczbę 8-bitową (341)
 - o Dzielenie liczb 16-bitowych (343)
- Pierwiastkowanie (343)
- Relacje między argumentami (344)
 - o Równość argumentów (344)
 - o Nierówność argumentów (345)
 - o $A > B$ (345)
 - o $A \geq B$ (346)

Rozdział 11. Zestawienia, parametry, obudowy, oznaczenia (347)

- Zestawienie rejestrów specjalnych (347)

- o Rejestry: STATUS, PCON, OPTION_REG (348)
- o Układ przerwań - rejestry: INTCON, PIR1, PIR2, PIE1, PIE2 (351)
- o Liczniki TMR1 I TMR2 - rejestry: T1CON, T2CON (356)
- o USART - rejestry: TXSTA, RCSTA (357)
- o SSP tryb SPI - rejestry: SSPCON, SSPSTAT (359)
- o SSP tryb I2C, rejestry: SSPCON, SSPSTAT, SSPCON2 (361)
- o PSP - rejestr TRISE (364)
- o Moduł CCP - rejestry: CCP1CON, CCP2CON (365)
- o Przetwornik A/C - rejestry: ADCON0, ADCON1, REFCON (366)
- o Układ BOR - rejestr LVDCON (371)
- o Komparatory - rejestry: CMCON, VRCON (372)
- o Pamięć EEPROM - rejestry: EECON1, EECON2 (373)
- Zawartość rejestrów specjalnych po wyzerowaniu i obudzeniu (374)
 - o Procesor PIC12C509 (375)
 - o Procesor PIC16F84 (375)
 - o Procesor PIC16F628 (376)
 - o Procesor PIC16F877 (378)
- Sposób oznaczania (380)
- Rozkład wyprowadzeń (381)
- Parametry (381)
 - o Napięcie zasilania i pobór prądu (383)
 - o Wartości progowe napięć dla wejść (384)
 - o Poziomy napięć na wyjściach i wydajność prądowa wyjść (385)
 - o Okresy generatorów i czasy opóźnień (385)
 - o Wytrzymałość na programowanie (385)
- Lista błędów (Errors) - numery błędów: 101 - 157 (386)
- Lista ostrzeżeń (Warnings) - numery błędów: 201 - 226 (388)
- Lista komunikatów (Messages) - numery błędów: 301 - 314 (389)
- Tablica kodów ASCII (391)

Literatura (393)

Skorowidz (395)