

Wstęp (11)

- Kody przykładów (12)
- Schematy (12)
- Wymagane części (12)

Rozdział 1. Instalacja środowiska i potrzebnych narzędzi (15)

- Instalacja WinAVR (16)
- Instalacja AVR Studio (17)
- Systemy GNU/Linux (18)
- AVR Studio (19)
 - o Pierwsza aplikacja (21)
 - o Dodawanie plików do projektu (25)
- Programy narzędziowe (27)
 - o Linker (27)
 - o Program avr-size (31)
 - o Program avr-nm (32)
 - o Program avr-objcopy (33)
 - o Program make (36)
 - o Pliki wynikowe (43)
- Biblioteki (46)
 - o Projekt biblioteki (47)
 - o Tworzenie biblioteki (48)
 - o Dołączanie biblioteki do programu (49)
 - o Funkcje "przestarzałe" (50)
 - o Nadpisywanie funkcji bibliotecznych (50)
 - o Usuwanie niepotrzebnych funkcji i danych (51)

Rozdział 2. Programowanie mikrokontrolera (53)

- Podłączenie - uwagi ogólne (53)
 - o Problemy (55)
- Programatory ISP (55)
 - o Budowa programatora (56)
 - o Programator USBASP (59)
 - o Kilka procesorów w jednym układzie (59)
- Programatory JTAG (60)
 - o Programator JTAGICE (61)
 - o Programator JTAGICE mkII (62)
 - o Kilka procesorów w jednym układzie (62)
 - o AVR Dragon (63)
- Programatory HW i równoległe (63)
- Tryb TPI (64)
- Programowanie procesora w AVR Studio (64)
- Programowanie przy pomocy narzędzi dostarczonych przez firmę Atmel (65)
- Program AVRDUDE (67)
- Program PonyProg (70)
- Fusebity i lockbity w AVR-libc (70)
 - o Lockbity (71)

- o Fusebity (71)
- Sygnatura (74)
- Lockbity w AVR-libc (74)
- Fusebity w AVR-libc (75)

Rozdział 3. Podstawy języka C na AVR (77)

- Arytmetyka (77)
 - o Proste typy danych (77)
 - o Arytmetyka stałopozycyjna (81)
 - o Arytmetyka zmiennopozycyjna (87)
- Operacje bitowe (95)
 - o Reprezentacja binarna liczb (95)
 - o Operacja iloczynu bitowego (96)
 - o Operacja sumy bitowej (97)
 - o Operacja sumy wyłączającej (98)
 - o Operacja negacji bitowej (99)
 - o Operacje przesunięć bitowych (100)
- Zasięg zmiennych (100)
 - o Zmienne globalne (101)
 - o Zmienne lokalne (102)
 - o Modyfikator const (103)
 - o Wskaźniki (104)
 - o Tablice (109)
- Funkcje (112)
 - o Przekazywanie parametrów przez wartość i referencję (114)
 - o Wywołanie funkcji (114)
 - o Rekurencyjne wywołania funkcji (115)
- Słowa kluczowe (116)
 - o Operatory (116)
 - o Instrukcje sterujące (120)
- Preprocesor (123)
 - o Dyrektywa #include (124)
 - o Dyrektywy kompilacji warunkowej (124)
 - o Dyrektywa #define (126)
- Pliki nagłówkowe i źródłowe (127)
 - o Definicja a deklaracja (128)
 - o Słowo kluczowe static (129)
 - o Słowo kluczowe extern (130)
 - o Dyrektywa inline (132)
 - o Modyfikator register (136)

Rozdział 4. Sekcje programu (141)

- Sekcje danych (142)
 - o Sekcja .text (142)
 - o Sekcja .data (142)
 - o Sekcja .bss (143)
 - o Sekcja .eeprom (143)
- Sekcje zawierające kod programu (144)

- o Podsekcje .init[0-9] (144)
 - o Podsekcje .fini[0-9] (145)
- Sekcje specjalne (146)
- Sekcje tworzone przez programistę (146)
- Umieszczanie sekcji pod wskazanym adresem (147)

Rozdział 5. Kontrola rdzenia i zarządzanie poborem energii (149)

- Źródła sygnału RESET (149)
 - o Power-on Reset (150)
 - o Zewnętrzny sygnał RESET (151)
 - o Brown-out Detector (151)
 - o Układ Watchdog (152)
- Zarządzanie poborem energii (156)
 - o Usypianie procesora (157)
 - o Wyłączanie układu BOD (157)
 - o Wyłączanie podsystemów procesora (158)
 - o Preskaler zegara (159)
 - o Inne sposoby minimalizowania poboru energii (160)

Rozdział 6. Dynamiczna alokacja pamięci (163)

- Alokacja pamięci w bibliotece AVR-libc (164)
 - o Funkcja malloc (166)
 - o Funkcja calloc (166)
 - o Funkcja realloc (166)
 - o Funkcja free (168)
- Wycieki pamięci i błędne użycie pamięci alokowanej dynamicznie (169)
- Jak działa alokator (171)
- Wykrywanie kolizji sterty i stosu (172)
 - o Metoda I - własne funkcje alokujące pamięć (173)
 - o Metoda II - sprawdzanie ilości dostępnej pamięci (173)
 - o Metoda III - marker (173)
 - o Metoda IV - wzór w pamięci (173)
 - o Metoda V - wykorzystanie interfejsu JTAG (176)

Rozdział 7. Wbudowana pamięć EEPROM (177)

- Zapobieganie uszkodzeniu zawartości pamięci EEPROM (178)
- Kontrola odczytu i zapisu do pamięci EEPROM (179)
 - o Odczyt zawartości komórki pamięci (180)
 - o Zapis do komórki pamięci (180)
- Dostęp do EEPROM z poziomu AVR-libc (181)
 - o Deklaracje danych w pamięci EEPROM (182)
 - o Funkcje realizujące dostęp do pamięci EEPROM (183)
 - o Inne funkcje operujące na EEPROM (185)
- Techniki wear leveling (186)

Rozdział 8. Dostęp do pamięci FLASH (189)

- Typy danych związane z pamięcią FLASH (190)
- Odczyt danych z pamięci FLASH (191)
- Dostęp do pamięci FLASH □ kB (192)

Rozdział 9. Interfejs XMEM (193)

- Wykorzystanie zewnętrznej pamięci SRAM w programie (197)
 - o Konfiguracja I - w pamięci zewnętrznej jest tylko sekcja specjalna (198)
 - o Konfiguracja II - wszystkie sekcje w pamięci zewnętrznej, stos w pamięci wewnętrznej (199)
 - o Konfiguracja III - w pamięci zewnętrznej umieszczona jest tylko sarta (201)
 - o Konfiguracja IV - w pamięci zewnętrznej sarta i segment zdefiniowany przez programistę (202)
 - o Konfiguracja V - w pamięci zewnętrznej znajduje się stos (208)
 - o Pamięć ROM jako pamięć zewnętrzna (208)

Rozdział 10. Dostęp do 16-bitowych rejestrów IO (211)

- Dostęp do 16-bitowego rejestru ADC (211)
- Dostęp do 16-bitowych rejestrów timerów (213)

Rozdział 11. Opóźnienia (217)

Rozdział 12. Dostęp do portów IO procesora (221)

- Konfiguracja pinu IO (221)
- Manipulacje stanem pinów IO (225)
 - o Zmiana stanu portu na przeciwny (225)
 - o Ustawianie linii IO (226)
 - o Zerowanie linii IO (226)
 - o Makrodefinicja _BV() (227)
 - o Użycie pól bitowych (227)
- Synchronizator (228)
- Przykłady praktyczne (230)
 - o Sterowanie wyświetlaczem 7-segmentowym (230)
 - o Podłączenie przycisków (232)
 - o Enkoder obrotowy (237)
 - o Klawiatura matrycowa (242)

Rozdział 13. Rejestry IO ogólnego przeznaczenia (245)

- Wykorzystanie innych rejestrów jako GPIOR (246)

Rozdział 14. Przerwania (249)

- Obsługa przerw (251)
 - o sei()/cli() (254)
 - o Atrybut naked i obsługa przerw w assemblerze (254)
 - o Modyfikator volatile (257)
 - o Atomowość dostępu do danych (263)
 - o Funkcje reentrant (266)

- Przykłady praktyczne (268)
 - o Wyświetlanie multipleksowane (268)
 - o Wyświetlanie multipleksowane z regulacją jasności wyświetlacza (272)
 - o Obsługa przycisków (276)
 - o Obsługa enkodera (279)
 - o Klawiatura matrycowa (280)

Rozdział 15. Przetwornik analogowo-cyfrowy (283)

- Wybór napięcia referencyjnego (284)
- Multiplexer (285)
- Przetwornik ADC (285)
 - o Tryb pojedynczej konwersji (286)
 - o Tryb ciągłej konwersji (287)
- Wejścia pojedyncze i różnicowe (287)
- Wynik (288)
- Wyzwalacze (288)
- Blokowanie wejść cyfrowych (289)
- Przerwania ADC (289)
- Precyzyjne pomiary przy pomocy ADC (290)
- Nadpróbkowanie (291)
 - o Uśrednianie (292)
 - o Decymacja i interpolacja (292)
- Przykłady (292)
 - o Termometr analogowy LM35 (293)
 - o Klawisze (295)

Rozdział 16. Komparator analogowy (301)

- Funkcje dodatkowe (302)
 - o Blokowanie pinów (302)
 - o Wyzwalanie zdarzeń timera (302)
 - o Wybór wejścia komparatora (302)
 - o Wyzwalanie przetwornika ADC (303)

Rozdział 17. Timery (305)

- Sygnał taktujący (306)
 - o Wewnętrzny sygnał taktujący (306)
 - o Zewnętrzny sygnał taktujący (308)
- Licznik (308)
- Układ porównywania danych (309)
 - o Wpływ na piny IO (309)
- Moduł przechwytywania zdarzeń zewnętrznych (310)
 - o Eliminacja szumów (311)
 - o Komparator jako wyzwalacz zdarzenia ICP (311)
- Tryby pracy timera (312)
 - o Tryb prosty (312)
 - o Tryb CTC (315)
 - o Tryby PWM (316)

- o Układ ochronny (321)
 - o Modulator sygnału wyjściowego (322)
- Miernik częstotliwości i wypełnienia (323)
- Realizacja RTC przy pomocy timera (326)
 - o Realizacja sprzętowa (327)
 - o Realizacja programowa (328)

Rozdział 18. Obsługa wyświetlaczy LCD (331)

- Obsługa wyświetlaczy alfanumerycznych (332)
 - o Funkcje biblioteczne (337)
 - o Definiowanie własnych znaków (342)
 - o Przykład - menu (345)
- Obsługa wyświetlaczy graficznych (354)

Rozdział 19. Interfejs USART (367)

- Interfejsy szeregowy (367)
- Interfejs USART (368)
 - o Interfejs USART mikrokontrolera AVR (371)
- Przykłady (375)
 - o Połączenie mikrokontroler - komputer PC (375)
 - o RS485 (383)

Rozdział 20. Interfejs SPI (391)

- Inicjalizacja interfejsu (394)
 - o Ustawienie pinów IO (395)
 - o Zegar taktujący (396)
 - o Procesor w trybie Master SPI (396)
 - o Procesor w trybie slave SPI (397)
- Przykłady (397)
 - o Połączenie AVR-AVR (397)
 - o Połączenie AVR - rejestr szeregowy (403)
- Interfejs USART w trybie SPI (408)
 - o Taktowanie magistrali SPI (409)
 - o Tryb pracy SPI (409)
 - o Format ramki danych (409)
 - o Konfiguracja interfejsu (410)

Rozdział 21. Interfejs TWI (413)

- Tryb multimaster (416)
- Inicjalizacja interfejsu (417)
- Procesor w trybie I2C master (417)
 - o Bity START i STOP (417)
 - o Podstawowe funkcje do współpracy z I2C (418)
 - o Współpraca z zewnętrzną pamięcią EEPROM (422)
 - o Współpraca z zewnętrzną pamięcią FRAM (427)
 - o Umieszczanie zmiennych w zewnętrznej pamięci EEPROM (427)

- o Współpraca z zegarem RTC (431)
 - o Obsługa ekspandera IO PCF8574 (436)
- Procesor w trybie I2C slave (437)
 - o Przykład (440)

Rozdział 22. Interfejs USI (447)

- 4-bitowy licznik i zegar (447)
- Przerwania USI (448)
- Zmiana pozycji pinów (449)
- Wykorzystanie interfejsu USI w trybie SPI (449)
 - o Tryb SPI master (451)
 - o Tryb SPI slave (452)

Rozdział 23. Interfejs USB (453)

- Zasilanie (454)
- Sygnały danych (455)
- VID i PID (456)
- Interfejs USB realizowany przy pomocy konwertera (458)
- Interfejs USB realizowany programowo (459)
 - o Połączenie elektryczne (460)
 - o Dostęp na PC (460)
 - o Programowy interfejs USB na AVR (461)
- Sprzętowy interfejs USB (464)

Rozdział 24. Interfejs 1-wire (465)

- Realizacja master 1-wire na AVR (469)
 - o Realizacja master 1-wire przy pomocy pinów IO (469)
 - o Realizacja master 1-wire przy pomocy interfejsu USART (472)
 - o Wysokopoziomowe funkcje obsługi 1-wire (477)
- Termometr cyfrowy DS18B20 (480)

Rozdział 25. Bootloader (483)

- Pamięć NRWW i RWW (483)
- Bity konfiguracyjne bootloadera (485)
 - o Konfiguracja lockbitów z poziomu aplikacji (486)
- Programowanie pamięci FLASH (487)
- Wykorzystanie przerwań w kodzie bootloadera (489)
 - o Usuwanie tablicy wektorów przerwań (490)
 - o Skrócenie tablicy wektorów przerwań (491)
- Start bootloadera (496)
 - o Wykorzystanie dodatkowego przycisku/zworki (496)
 - o Wykorzystanie markerów w pamięci EEPROM (497)
 - o Oczekiwanie na specjalny znak w wybranym kanale komunikacji (498)
 - o Start aplikacji (499)
- Współdzielenie kodu aplikacji i bootloadera (499)
 - o Wywoływanie funkcji bootloadera w procesorach ATmega256x (501)

- o Wywoływanie funkcji obsługi przerwań zawartych w kodzie bootloadera (505)
 - o Współdzielenie zmiennych pomiędzy aplikacją a bootloaderem (505)
- Mikrokontrolery AVR z wbudowanym bootloaderem (507)

Rozdział 26. Kontrola integralności programu (509)

- Suma kontrolna (509)
- CRC (511)
- Automatyczne generowanie CRC (514)

Rozdział 27. Bezpieczeństwo kodu (517)

- Metody łamania zabezpieczeń (517)
- Bezpieczne uaktualnianie aplikacji (518)
- Nota AVR231 - AES Bootloader (519)
 - o Ustawienie bitów konfiguracyjnych (524)
 - o Przygotowanie aplikacji (526)
 - o Wczytywanie uaktualnienia (527)

Rozdział 28. Łączenie kodu w C i asemblerze (529)

- Słowo kluczowe asm (530)
 - o Typy operandów (531)
 - o Dostęp do portów IO (533)
 - o Dostęp do danych wielobajtowych (533)
 - o Dostęp do wskaźników (534)
 - o Lista modyfikowanych rejestrów (535)
 - o Wielokrotne użycie wstawki asemblerowej (535)
- Pliki .S (536)
 - o Wykorzystanie rejestrów w asemblerze (537)
 - o Przykłady (541)

Rozdział 29. Optymalizacja i debugowanie programu (543)

- Optymalizacja programu (543)
 - o Opcje kompilatora związane z optymalizacją (545)
 - o Atrybuty optymalizacji (548)
- Debugowanie programu (551)
 - o Rozpoczęcie sesji debugera (553)
 - o Zaawansowane sterowanie przebiegiem wykonywanej aplikacji (556)

Skorowidz (559)