

Spis treści

Rozdział 1. Wstęp, czyli nowi członkowie rodziny AVR	11
Przykłady do książki	12
Mikrokontrolery XMEGA	12
Errata	14
XMEGA a inne AVR-y	15
Kompilator	15
Nowe peryferia	16
Rozdział 2. Jak zacząć, czyli instalacja środowiska	21
Xplained jako płyta rozwojowa	22
Instalacja Xplained w systemie	22
Instalacja XMEGA z bootloaderem klasy DFU	25
Programowanie układów XMEGA	25
Wczytywanie firmware za pomocą FLIP	26
Bootloader firmy Atmel	28
Podstawowe opcje programu batchisp	28
Interfejs JTAG	32
Programowanie z wykorzystaniem interfejsu PDI	34
Programatory	34
AVRISP mkII	35
JTAGICE mkII	35
JTAGICEIII	36
AVROne!	36
AVR Dragon	36
Programowanie i debugowanie procesorów XMEGA	43
Odsprzęganie zasilania	44
Instalacja potrzebnego oprogramowania	44
Atmel Studio 6 — podstawy	45
Programowanie z poziomu AS6	53
— dlaczego warto korzystać z plików w formacie elf	53
Rozdział 3. Organizacja i zarządzanie projektem	55
Komentarze	55
Nazewnictwo	57
Literały	59
Podział kodu na pliki	61
Widoczność funkcji	66
Widoczność zmiennych	66

Podkatalogi	67
Podział funkcji	69
Zmienne globalne	70
Systemy wersjonowania	74
Serwer SVN na własnym komputerze	75
Jak korzystać z SVN	78
Praca z SVN	81
Uwagi końcowe	84
Inne ułatwienia	85
Jak pisać lepsze programy?	86
Rozdział 4. Jak tworzyć lepszy i efektywniejszy kod	89
Włączenie optymalizacji	90
Długość typów	91
Zmienne globalne i zmienne lokalne	93
Modyfikator register	94
Użycie globalnych rejestrów ogólnego przeznaczenia	97
Wykorzystanie innych rejestrów jako GPIOR	99
Inicjalizacja zmiennych globalnych	99
Położenie zmiennych w pamięci	99
Optymalizacja pętli	100
Optymalizacja funkcji	101
Optymalizacja funkcji main	101
Optymalizacja prologów i epilogów funkcji	101
Optymalizacja przekazywania parametrów funkcji	102
Optymalizacja zwracania wyników funkcji	105
Dodatkowe atrybuty funkcji	106
Inne	110
Eliminacja martwego kodu	111
Konstruktory i destruktory	114
Rozdział 5. Jak uporządkować chaos, czyli złożone typy danych i listy	117
Tablice	118
Struktury	119
Deep copy i shallow copy	123
Wskaźniki i struktury	126
Struktury anonimowe	127
Inicjalizacja pól struktury	128
Unie	129
Pola bitowe	130
Struktury a optymalizacja programu	131
Listy	135
Listy jednokierunkowe	136
Listy dwukierunkowe	140
Listy XOR	142
Bufory	148
Bufor pierścieniowy	149
Kolejki FIFO/LIFO	152
Stos	152
Rozdział 6. Koniec bałaganu,	
 czyli o nazwach rejestrów i układów peryferyjnych	155
Struktury opisujące mikrokontrolery XMEGA	159
Nazwy rejestrów	162
Nazwy bitów	162

Rozdział 7. Lepiej i prościej, czyli porty IO procesora na sterydach	167
Piny wejściowe i wyjściowe	168
Konwersja poziomów logicznych pomiędzy układami pracującymi z różnymi napięciami zasilającymi	171
Łączenie wyjścia procesora z układem pracującym z napięciem 5 V	171
Zastosowanie aktywnego konwertera	174
Konwersja z napięcia wyższego na niższe	174
Dzielnik rezystorowy	176
Użycie do konwersji napięć buforów scalonych	177
Bufor dwukierunkowy stosowany w magistralach typu open drain	178
Kontrola nad portami procesora	181
Piny wejściowe i wyjściowe	182
Synchronizator	184
Konfiguracja sterownika pinu	186
Konfiguracja totem-pole	186
Konfiguracja Pull up/down	187
Konfiguracja bus keeper	188
Konfiguracja wired-AND	189
Konfiguracja wired-OR	191
Odwracanie wyjść IO	192
Kontrola szybkości opadania i narastania zboczy	193
Kontrola zdarzeń związanych z pinem	193
Rejestr kontrolny portu	194
Atomowa modyfikacja stanu pinów i wsparcie dla RMW	196
Alternatywne funkcje pinu	199
Porty wirtualne	200
Przekazywanie rejestru jako parametru funkcji	202
Remapowanie wyjść IO	203
Rozdział 8. Kontroler NVM — jak prosto i przyjemnie dobrać się do pamięci	205
Pamięć EEPROM i związane z nią operacje	206
Dostęp do EEPROM z poziomu AVR-libc	208
Dostęp do EEPROM za pomocą bezpośredniego dostępu do kontrolera NVM	213
Techniki wear leveling	219
Rozdzielenie kasowania i zapisu pamięci	221
Dostęp do EEPROM z wykorzystaniem tokenów	224
EEPROM i awaria zasilania	232
Problem atomowości przy dostępie do EEPROM	244
Zapis do EEPROM z użyciem przerw	244
Zapobieganie uszkodzeniu zawartości pamięci EEPROM	246
Dostęp do pamięci FLASH	246
Typy danych związane z pamięcią FLASH	248
Odczyt danych z pamięci FLASH	250
Dostęp do FLASH w kompilatorze avr-gcc 4.7 i wyższych	
— named address spaces	252
Wskaźniki wykorzystujące przestrzeń adresową	254
Typy 24-bitowe	258
Rozdział 9. Potrzebuję więcej mocy — słów kilka o konfiguracji zegara	259
Rejestry kontrolne zegarów	260
Konfiguracja zegara	262
Źródła zegara	263
Odblokowywanie źródła zegara	270
Układ PLL	270

DFLL	272
Układ monitorowania zegara zewnętrznego	275
Zmiana źródła zegara i jego częstotliwości	277
Blokowanie ustawień zegara	277
Preskalery zegara	278
Uwagi	281
Kondensatory odsprężające	282
Rozdział 10. Przerwania i kontroler przerwań	285
Przerwania	285
Czym są przerwania?	285
Przerwania maskowalne	286
Przerwania niemaskowalne	287
Źródła przerwań	287
Konfiguracja i obsługa przerwań	288
Czas odpowiedzi na żądanie przerwania	288
Funkcja obsługi przerwania	289
Wektory przerwań	290
Puste wektory przerwań	292
Puste przerwania	293
Współdzielenie kodu przez przerwania	294
Atrybut naked i obsługa przerwań w asemblerze	295
Poziomy przerwań	297
Przerywanie przerwań	300
Priorytety przerwań	302
Priorytet dynamiczny	302
Globalna flaga zezwolenia na przerwanie	303
Przerwanie niemaskowalne	304
Rejestr stanu kontrolera przerwań	304
Modyfikator volatile	305
Zmiana kolejności instrukcji	307
Atomowość dostępu do danych	308
Instrukcje atomowej modyfikacji pamięci	311
Dostęp do wielobajtowych rejestrów IO	314
Funkcje reentrant	314
Rejestry IO ogólnego przeznaczenia	316
Rozdział 11. System zdarzeń	319
Rejestr multiplexera kanału zdarzeń	320
Zaawansowane funkcje kanału zdarzeń	322
Filtr cyfrowy	322
Dekoder kwadraturowy	322
Enkoder kwadraturowy z indeksem	331
Programowe sterowanie zdarzeniami	332
Zdarzenia jako sygnały sterujące układami zewnętrznymi	333
Inne funkcje rejestru	334
Rozdział 12. Timery i liczniki	337
Co to jest licznik?	337
Źródła zegara i preskaler	338
Typy i funkcje liczników	340
Licznik typu 0/1	341
Piny wyjściowe licznika	350
Licznik typu 2	351
Timery typu 4/5	353

Buforowanie	354
Kontrola nad licznikiem	357
Kaskadowe łączenie liczników	358
Rejestr tymczasowy TEMP	359
Wykorzystanie PWM do generowania sygnałów analogowych	361
Przykład — generowanie napięcia o zmiennej amplitudzie	363
Przykład — generowanie dowolnego przebiegu	364
PWM i przerwania	369
A może DMA?	371
Rozszerzenie zwiększające rozdzielczość	374
Tryb HiRes dla licznika typu 2	377
Rozdział 13. Kontroler DMA	379
Przesyłanie pamięć-pamięć	383
Odwracanie danych	384
Przesyłanie nakładających się bloków pamięci	385
Wypełnianie pamięci wzorcem	388
Przesyłanie pamięć-rejestr IO	389
Wyzwalacze	392
Praca buforowa	395
Priorytety kanałów DMA	396
Przerwania DMA	397
Błąd transmisji DMA	397
Przerwanie końca transakcji	398
Rozdział 14. LED-y — co z nich można wycisnąć?	399
Taśmy LED-owe	399
Trochę o właściwościach oka, czyli RGB w praktyce	403
Program sterujący	404
Wyświetlacze LED 7-segmentowe	407
Licznik LED	412
Matryce LED	416
Projekt PCB i zasilanie	421
Dobór napięcia zasilającego matrycę	422
Regulacja prądu diod	423
Układ z matrycą dwukolorową	423
Sterowanie matrycą	425
PWM inaczej, czyli jak uzyskać odcienie kolorów	433
Rozdział 15. Układy zegarowe w praktyce	437
RTC czy... RTC?	438
16-bitowy układ RTC	438
Synchronizacja dostępu do rejestrów RTC	441
Rejestry PER i COMP	442
RTC w trybie uśpienia	445
32-bitowy układ RTC	445
Generator sygnału zegarowego	445
Rejestry PER i COMP	445
Rejestr CNT	446
Przykładowy program kalendarzowy	446
Linuksowy marker czasowy	447
Konwersja czasu	447
Czas drogą radiową, czyli DCF77	451
Trochę więcej o DCF77	452
Dekodowanie danych	454

Moduł odbiornika DCF77	454
Przykład	455
Układ podtrzymywania zasilania	462
Dobór źródła zasilania awaryjnego	463
Wykorzystanie baterii	463
Superkondensatory	463
Akumulatory	464
Podtrzymanie zasilania dla całego procesora	465
Układ zapasowego zasilania bateryjnego	465

Rozdział 16. Budujemy zegar z budzikiem, czyli skończona maszyna stanów w praktyce 469

FSM oparta na switch/case	471
FSM oparta na tablicach	474
Zegar z alarmem	477
Jeszcze o maszynach stanu	489

Rozdział 17. Komunikacja na różne sposoby, czyli USART w praktyce 491

Elektryczna realizacja interfejsu USART	492
Format transmisji danych	494
Szybkość transmisji	496
Terminal	496
Podgląd transmisji danych	497
Wirtualny port szeregowy	499
Konfiguracja interfejsu	500
Konfiguracja pinów IO	501
Konfiguracja formatu ramki danych	502
Funkcje dodatkowe interfejsu	502
Ustawienie szybkości interfejsu	503
Kontrola poprawności danych	508
Transmisja danych	509
Realizacja transmisji przez pooling	509
Wykorzystanie przerwań	512
Wykorzystanie DMA	517
Równoczesny dostęp do USART z wielu „wątków”	525
Dostęp do USART z wykorzystaniem strumieni	527
Metoda get	528
Metoda put	528
Otwieranie strumienia	529
Tryb MPCM	530

Rozdział 18. Wizualizacja danych 535

Atmel Data Visualizer	535
Format danych	537
Struktury wykorzystywane przez ADV	540
Ultradźwiękowy pomiar odległości	543
Moduły cyfrowe	544
Własny moduł	548
Budujemy analizator stanów logicznych	550
Sprzęt	551
Protokół komunikacji	553
Implementacja protokołu	555
Jak szybko próbkować?	560
Klient	564
Uwagi praktyczne	566

Rozdział 19. Wykorzystanie podczerwieni do transmisji danych	569
Modulacja IR	570
Porozmawiajmy z pilotem TV	572
Część sprzętowa, czyli odbiornik IR	572
Część programowa, czyli standardy kodowania	574
Standard NEC i pokrewne	575
RC5 i Motorola	581
Kod RC5	587
Inne standardy kodowania	592
Nadajnik IR	592
Inżynieria odwrotna — dekodujemy sygnał pilota aparatu Canon	595
Transmisja danych	597
Budujemy pakiet danych	600
Sprzętowy generator CRC	602
CRC liczone programowo	604
Transmisja pakietowa	605
Uniwersalny pilot	608
Interfejs IrDA i IRCOM	613
Skorowidz	615