

Spis treści

Słowo wstępne

9

1 Wprowadzenie

13

- 1.1 Czym są mikrokontrolery AVR? 13
- 1.2 Jak to wszystko działa? 14
- 1.3 Bezpieczeństwo 16
- 1.4 Często zadawane pytania 22

2 Podstawy elektroniki

26

- 2.1 Prawo Ohma 26
- 2.2 Pierwsze prawo Kirchhoffa 27
- 2.3 Moc 28
- 2.4 Elementy elektroniczne 30
 - 2.4.1 Rezystory 30
 - 2.4.2 Potencjometry 38
 - 2.4.3 Elementy indukcyjne 39
 - 2.4.4 Kondensatory 43
 - 2.4.5 Diody 57
 - 2.4.6 Diody świecące (LED) 61
 - 2.4.7 Tranzystory 64
 - 2.4.8 Układy scalone 69
 - 2.4.9 Przekazniki 74
 - 2.4.10 Termistory 77
 - 2.4.11 Silniki krokowe 80
 - 2.4.12 Przełączniki 88
 - 2.4.13 Prototypowe płytki uniwersalne 91
 - 2.4.14 Prototypowe płytki stykowe 92
 - 2.4.15 Obudowy elementów elektronicznych 94
- 2.5 Jak czytać schematy elektroniczne 96
- 2.6 Jak czytać noty katalogowe 100
- 2.7 Dobór elementów elektronicznych 102
- 2.8 Lutowanie i rozlutowywanie 108
- 2.9 Podstawowe pomiary multimetrem 117
 - 2.9.1 Zakres pomiarowy 118

2.9.2	Podłączenie przewodów	119
2.9.3	Napięcie	121
2.9.4	Natężenie	122
2.9.5	Rezystancja, pojemność, indukcyjność	122
2.9.6	Pomiar temperatury za pomocą termopary	123
2.9.7	Pomiar ciągłości obwodu	124
2.9.8	Odczytywanie wartości	125
2.9.9	Błędy pomiarowe	129
2.10	Analizator stanów logicznych	132
2.11	Oprogramowanie wspomagające projektowanie	133
3	Elektronika mikrokontrolerów	139
3.1	Poziomy napięć i wydajność prądowa	139
3.2	Taktowanie	140
3.3	Zasilanie	143
3.4	Podłączenie programatora i zasilania	152
3.5	Reset	155
3.6	Płytką testowa	155
3.7	Porady praktyczne	156
4	Programowanie	162
4.1	Środowisko programistyczne	162
4.1.1	WinAVR i Makefile	163
4.1.2	Kompilator avr-gcc	166
4.1.3	Edytory kodu	172
4.1.4	Atmel Studio (dawniej AVR Studio)	173
4.1.5	Biblioteki avr-libc	174
4.2	Programatory	175
4.3	AVRDUDE	177
4.4	JTAG	180
4.5	Fusebity i lockbity	181
4.6	Typy danych	186
4.6.1	Typy całkowite	187
4.6.2	Typy zmiennoprzecinkowe float oraz double	189
4.6.3	Łańcuchy (<i>strings</i>)	190

4.6.4	Konwersja typów	194
4.7	Kod uzupełnień do dwóch	199
4.8	Obszary pamięci w mikrokontrolerach	201
4.8.1	Pamięć programu (flash)	202
4.8.2	Pamięć danych	203
4.8.3	EEPROM	208
4.9	System binarny	208
4.10	System heksadecymalny	209
4.11	Przesunięcia bitowe	211
4.12	Operatory logiczne i bitowe. Maskowanie	213
4.13	Priorytet operatorów w języku C	216
4.14	Rejestry	218
4.15	Pierwszy program	226
4.16	Sterowanie portami wejścia-wyjścia I/O	233
4.17	Obsługa przycisków. Drgania styków	239
4.18	Opóźnienia (delay)	254
4.19	Tworzenie własnych bibliotek	256
4.20	Nazwy funkcji bibliotek i zmiennych	261
4.21	Przerwania	264
4.22	Liczniki	276
4.22.1	Tryb porównania (CTC)	279
4.22.2	Modulacja szerokości impulsu (PWM)	285
4.22.3	Taktowanie licznika źródłem zewnętrznym	294
4.23	Magistrale komunikacyjne	295
4.23.1	SPI	297
4.23.2	TWI/TWSI (I ² C)	305
4.23.3	1-Wire	314
4.23.4	USART	321
4.24	Obsługa pamięci EEPROM	341
4.25	Przetwornik ADC	346
4.26	Moduły nadzorujące	358
4.27	Pisanie programów i poszukiwanie błędów	364

5 Przykłady zastosowań	376
5.1 Sterowanie diodami LED	376
5.2 Sterowanie brzęczykiem	380
5.3 Czujnik ruchu PIR	382
5.4 Silnik krokowy	386
5.5 Serwomechanizmy	392
5.6 Klawiatury	396
5.7 Wyświetlacz 7-segmentowy	400
5.8 Sterownik MAX7219 (matryce LED i wyświetlacze segmentowe)	412
5.9 Wyświetlacz LCD (HD44780)	419
5.10 Czujnik temperatury DS18B20	442
5.11 Czujnik temperatury i wilgotności DHT11	451
5.12 Termistor jako czujnik temperatury	455
5.13 Czujniki gazów	461
5.14 Zegary czasu rzeczywistego DS1307, DS3231, PCF8563	473
A Dodatek	479
A.1 Przedrostki	479
A.2 Konwersja jednostek	480
A.3 Systemy liczbowe	481
A.4 AVRDUDE (parametr -p)	482
A.5 Wyznaczanie współczynników charakterystyki czujników	484
A.6 Słowniczek angielsko-polski	486
Skorowidz	494