

Spis treści

PODZIĘKOWANIA	17
----------------------------	-----------

I

WPROWADZENIE	19
Nieograniczone możliwości	20
Popularność	24
Części i akcesoria	24
Wymagane oprogramowanie	25
System Mac OS X	25
System Windows XP i nowsze	29
System Ubuntu Linux 9.04 i nowsze	33
Bezpieczeństwo	36
Co dalej?	36

2

PIERWSZE SPOJRZENIE NA PŁYTKĘ ARDUINO I ŚRODOWISKO IDE	37
Płytki Arduino	37
Wprowadzenie do środowiska IDE	42
Obszar poleceń	43
Obszar tekstu	44
Obszar komunikatów	44
Tworzenie pierwszego szkicu w środowisku IDE	45
Komentarze	45
Funkcja setup()	46
Sterowanie sprzętem	46
Funkcja loop()	47
Weryfikacja szkicu	49
Wysyłanie i uruchamianie szkicu	50
Modyfikowanie szkicu	50
Co dalej?	50

3

PIERWSZE KROKI	51
Planowanie projektów	52
Kilka słów o elektryczności	53
Napięcie	53
Napięcie	53
Moc	53
Komponenty elektroniczne	53
Rezystor	54
Dioda LED	57
Płytki uniwersalna	58
Projekt nr 1: tworzenie fali migających diod LED	61
Algorytm	61
Sprzęt	61
Szkiec	61
Schemat	62
Uruchamianie szkicu	63
Stosowanie zmiennych	64
Projekt nr 2: powtarzanie instrukcji za pomocą pętli for	65
Zmiana jasności diod LED za pomocą modulacji szerokości impulsu	66
Projekt nr 3: przykład zastosowania metody PWM	67
Dodatkowe komponenty elektroniczne	68
Tranzystor	68
Dioda prostownicza	69
Przełącznik	70
Obwody zasilane wyższym napięciem	71
Co dalej?	72

4

ELEMENTY SKŁADOWE OBWODÓW	73
Stosowanie schematów obwodów	74
Identyfikacja komponentów	75
Połączenia na schemacie obwodu	77
Analiza przykładowego schematu	77
Kondensator	78
Mierzenie pojemności kondensatora	78
Odczytywanie wartości kondensatorów	79
Rodzaje kondensatorów	79
Wejście cyfrowe	80
Projekt nr 4: przykład użycia cyfrowego wejścia	82
Algorytm	82
Sprzęt	83
Schemat obwodu	83
Szkiec	87
Modyfikowanie szkicu	87

Wyjaśnienie szkicu	87
Tworzenie stałych za pomocą wyrażenia #define	88
Odczytywanie stanu pinów cyfrowych	88
Podejmowanie decyzji za pomocą wyrażenia if	88
Podejmowanie dodatkowych decyzji za pomocą wyrażen if-then-else	89
Zmienne logiczne	90
Operatory porównania	90
Łączenie wielu operacji porównania	91
Projekt nr 5: sterowanie ruchem samochodowym	92
Cel	92
Algorytm	93
Sprzęt	93
Schemat	93
Szkic	94
Uruchamianie szkicu	97
Sygnały analogowe kontra sygnały cyfrowe	98
Projekt nr 6: tester baterii	99
Cel	99
Algorytm	99
Sprzęt	100
Schemat	100
Szkic	100
Działania arytmetyczne w systemie Arduino	102
Zmienne typu float	102
Operatory porównania liczb	103
Poprawa precyzji pomiarów sygnału analogowego za pomocą napięcia referencyjnego	103
Stosowanie zewnętrznego napięcia referencyjnego	103
Stosowanie wewnętrznego napięcia referencyjnego	104
Rezystor nastawny	105
Brzęczyki piezoelektryczne	106
Schemat elementu piezo	107
Projekt nr 7: praktyczne wykorzystanie brzęczyka piezo	107
Projekt nr 8: budowa szybkiego termometru	108
Cel	109
Sprzęt	109
Schemat	110
Szkic	110
Doskonalenie szkicu	112
Co dalej?	112

5

PRACA Z FUNKCJAMI	113
Projekt nr 9: tworzenie funkcji powtarzającej określone działanie	114
Projekt nr 10: tworzenie funkcji ustawiającej liczbę cykli włączania diod	115
Tworzenie funkcji zwracającej wartość	116

Projekt nr 11: budowa szybkiego termometru z migającymi diodami LED	117
Sprzęt	117
Schemat	118
Szkiec	118
Wyświetlanie danych odbieranych od płytki Arduino	
w oknie monitora portu szeregowego	120
Monitor portu szeregowego	120
Projekt nr 12: wyświetlanie temperatury	
w oknie monitora portu szeregowego	122
Diagnozowanie systemów za pomocą monitora portu szeregowego	123
Podjmowanie decyzji za pomocą wyrażeń while	124
Konstrukcja do-while	125
Wysyłanie danych z monitora portu szeregowego do systemu Arduino	125
Projekt nr 13: mnożenie liczby przez dwa	126
Zmienne typu long	127
Projekt nr 14: stosowanie zmiennych typu long	128
Co dalej?	129

6

LICZBY, ZMIENNE I DZIAŁANIA ARYTMETYCZNE	131
Generowanie liczb losowych	132
Generowanie liczb losowych na podstawie napięcia na wolnym pinie	132
Projekt nr 15: tworzenie elektronicznej kostki do gry	134
Sprzęt	134
Schemat	134
Szkiec	134
Modyfikowanie szkicu	137
Krótkie wprowadzenie w świat liczb binarnych	137
Zmienne typu byte	137
Zwiększanie liczby dostępnych pinów cyfrowych	
za pomocą rejestrów przesuwających	138
Projekt nr 16: tworzenie wyświetlacza liczb binarnych złożonego z diod LED	140
Sprzęt	140
Łączenie rejestru przesuwającego 74HC595	140
Szkiec	142
Projekt nr 17: implementacja binarnego quizu	143
Algorytm	143
Szkiec	143
Tablice	146
Definiowanie tablicy	146
Odwoływanie się do wartości w tablicy	147
Zapisywanie i odczytywanie danych przechowywanych w tablicach	147
Siedmiosegmentowe wyświetlacze LED	148
Sterowanie wyświetlaczem LED	150

Projekt nr 18: tworzenie wyświetlacza jednocyfrowego	151
Sprzęt	151
Schemat	151
Szkiec	151
Wyświetlanie dwóch cyfr	153
Projekt nr 19: sterowanie dwoma modułami	
wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED	154
Sprzęt	154
Schemat	154
Modulo	155
Projekt nr 20: budowa termometru cyfrowego	156
Sprzęt	157
Szkiec	157
Moduły wyświetlaczy matrycowych LED	158
Schemat obwodu wyświetlacza matrycowego LED	159
Łączenie obwodu	161
Arytmetyka bitowa	161
Operator koniunkcji bitowej	162
Operator alternatywy bitowej	162
Operator bitowej alternatywy wykluczającej	163
Operator negacji bitowej	163
Operatory bitowego przesunięcia w lewo i w prawo	163
Projekt nr 21: tworzenie wyświetlacza matrycowego LED	164
Projekt nr 22: wyświetlanie obrazów na wyświetlaczu matrycowym LED	165
Projekt nr 23: wyświetlanie obrazu na wyświetlaczu matrycowym LED	167
Projekt nr 24: prezentacja animacji na wyświetlaczu matrycowym LED	169
Szkiec	169
Co dalej?	170

7

WYŚWIETLACZE CIEKŁOKRYSTALICZNE	171
Znakowe moduły LCD	172
Obsługa znakowego modułu LCD w szkicu	173
Wyświetlanie tekstu	174
Wyświetlanie zmiennych i liczb	175
Projekt nr 25: definiowanie znaków niestandardowych	176
Graficzne moduły LCD	178
Łączenie graficznego modułu LCD	179
Stosowanie modułu LCD	179
Sterowanie wyświetlaczem	180
Projekt nr 26: funkcje tekstowe w praktyce	180
Tworzenie złożonych efektów wizualnych	181
Projekt nr 27: budowa szybkiego termometru z wyświetlaną historią	183
Algorytm	183
Sprzęt	183

Szkic	184
Wynik	185
Modyfikowanie szkicu	186
Co dalej?	186

8

ROZSZERZANIE MOŻLIWOŚCI PLATFORMY ARDUINO 187

Moduły	188
Płytki prototypowa ProtoShield	190
Projekt nr 28: tworzenie modułu niestandardowego z ośmioma diodami LED	191
Sprzęt	192
Schemat	192
Układ płytki prototypowej ProtoShield	192
Projekt	193
Lutowanie komponentów	194
Modyfikacja modułu niestandardowego	195
Rozszerzanie szkiców za pomocą bibliotek	196
Importowanie bibliotek dla modułów	196
Karty pamięci microSD	201
Testowanie karty microSD	201
Projekt nr 29: zapisywanie danych na karcie pamięci	202
Projekt nr 30: budowa urządzenia rejestrującego temperaturę	205
Sprzęt	205
Szkic	205
Zarządzanie czasem wykonywania aplikacji za pomocą funkcji millis() i micros()	208
Projekt nr 31: budowa stopera	210
Sprzęt	210
Schemat obwodu	210
Szkic	210
Przerwania	213
Tryby przerwania	213
Konfiguracja przerwania	214
Aktywowanie i dezaktywowanie przerwania	214
Projekt nr 32: stosowanie przerwania	214
Szkic	214
Co dalej?	216

9

KLAWIATURY NUMERYCZNE 217

Stosowanie klawiatury numerycznej	217
Łączenie klawiatury numerycznej	218
Programowanie obsługi klawiatury numerycznej	219
Testowanie szkicu	220
Podjęmowanie decyzji za pomocą konstrukcji switch-case	220

Projekt nr 33: tworzenie zamka sterowanego klawiaturą numeryczną	221
Szkic	221
Działanie szkicu	223
Testowanie szkicu	223
Co dalej?	224
I 0	
ODCZYTYWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH UŻYTKOWNIKA ZA POŚREDNICTWEM EKRAŃW DOTYKOWYCH	225
Ekran dotykowy	226
Łączenie ekranu dotykowego	226
Projekt nr 34: adresowanie obszarów na ekranie dotykowym	227
Sprzęt	227
Szkic	227
Testowanie szkicu	229
Odwzorowywanie punktów dotknięcia ekranu	229
Projekt nr 35: budowa dwustanowego przełącznika dotykowego	230
Szkic	231
Działanie szkicu	232
Testowanie szkicu	233
Projekt nr 36: budowa przełącznika dotykowego podzielonego na trzy obszary	233
Mapa ekranu dotykowego	233
Szkic	234
Działanie szkicu	235
Co dalej?	236
I 1	
RODZINA PRODUKTÓW ARDUINO	237
Projekt nr 37: budowa własnej platformy Arduino na płytce uniwersalnej	238
Sprzęt	238
Schemat obwodu	241
Uruchamianie szkicu testowego	244
Bogata rodzina płytek Arduino	247
Płytki Arduino Uno	249
Płytki Freetronics Eleven	249
Płytki Freeduino	250
Płytki Boarduino	250
Płytki Arduino Nano	251
Płytki Arduino LilyPad	251
Płytki Arduino Mega 2560	252
Płytki Freetronics EtherMega	253
Płytki Arduino Due	253
Co dalej?	254

12

SILNIKI I RUCH 255

Wprawianie urządzeń w ruch za pomocą silników wykonawczych	256
Wybór silnika wykonawczego	256
Łączenie silnika wykonawczego	257
Uruchamianie silnika wykonawczego	257
Projekt nr 38: budowa termometru analogowego	259
Sprzęt	259
Schemat	259
Szkiec	260
Stosowanie silników elektrycznych	261
Tranzystor Darlingtona TIP120	262
Projekt nr 39: sterowanie silnikiem	262
Sprzęt	262
Schemat	263
Szkiec	264
Projekt nr 40: budowa robota gaśnicowego i sterowanie tym robotem	265
Sprzęt	265
Schemat	267
Szkiec	270
Wykrywanie kolizji	272
Projekt nr 41: wykrywanie kolizji robota za pomocą mikroprzełącznika	272
Schemat	273
Szkiec	273
Czujniki odległości na podczerwień	276
Łączenie obwodu	276
Testowanie czujnika odległości na podczerwień	276
Projekt nr 42: wykrywanie kolizji robota za pomocą czujnika odległości na podczerwień	279
Ultradźwiękowe czujniki odległości	281
Łączenie czujnika ultradźwiękowego	282
Stosowanie czujnika ultradźwiękowego	282
Testowanie ultradźwiękowego czujnika odległości	282
Projekt nr 43: wykrywanie kolizji robota za pomocą ultradźwiękowego czujnika odległości	284
Szkiec	284
Co dalej?	287

13

STOSOWANIE SYSTEMU GPS NA PLATFORMIE ARDUINO 289

Czym jest GPS?	290
Testowanie modułu GPS	291
Projekt nr 44: budowa prostego odbiornika GPS	293
Sprzęt	293
Szkiec	294
Wyświetlanie położenia na ekranie LCD	295

Projekt nr 45: budowa precyzyjnego zegara korzystającego z systemu GPS	296
Sprzęt	296
Szkic	296
Projekt nr 46: rejestrowanie położenia ruchomego obiektu w czasie	298
Sprzęt	298
Szkic	298
Wyświetlanie zarejestrowanych lokalizacji na mapie	300
Co dalej?	302

I 4

BEZPRZEWODOWE PRZESYŁANIE DANYCH	303
Stosowanie niedrogich modułów komunikacji bezprzewodowej	304
Projekt nr 47: zdalne, bezprzewodowe sterowanie urządzeniem	305
Sprzęt składający się na obwód nadajnika	305
Schemat nadajnika	306
Sprzęt składający się na obwód odbiornika	306
Schemat odbiornika	306
Szkic nadajnika	308
Szkic odbiornika	309
Moduły bezprzewodowego przesyłania danych XBee	
— większy zasięg i szybsza transmisja	310
Projekt nr 48: transmisja danych za pomocą modułów XBee	312
Szkic	312
Konfiguracja komputera pod kątem odbierania danych	313
Projekt nr 49: budowa zdalnie sterowanego termometru	314
Sprzęt	314
Układ urządzenia	315
Szkic	315
Obsługa urządzenia	317
Co dalej?	317

I 5

ZDALNE STEROWANIE ZA POMOCĄ PODCZERWIENI	319
Czym jest podczerwień?	319
Przygotowanie do użycia podczerwieni	320
Odbiornik podczerwieni	320
Pilot	321
Szkic testowy	321
Testowanie układu	322
Projekt nr 50: zdalne sterowanie systemem Arduino na podczerwień	323
Sprzęt	323
Szkic	323
Rozszerzanie szkicu	325

Projekt nr 51: budowa zdalnie sterowanego robota	325
Sprzęt	325
Szkic	326
Co dalej?	328

16

ODCZYTYWANIE ETYKIET RFID	329
Wewnętrzna budowa urządzeń RFID	330
Testowanie sprzętu	331
Schemat	331
Testowanie schematu	331
Projekt nr 52: budowa prostego systemu kontroli	
dostępu na bazie technologii RFID	333
Szkic	333
Działanie szkicu	335
Zapisywanie danych we wbudowanej pamięci EEPROM systemu Arduino	336
Odczytywanie i zapisywanie danych w pamięci EEPROM	337
Projekt nr 53: budowa systemu kontroli dostępu RFID	
z pamięcią „ostatniej akcji”	338
Szkic	338
Działanie szkicu	341
Co dalej?	341

17

MAGISTRALE DANYCH	343
Magistrala I ² C	344
Projekt nr 54: stosowanie zewnętrznej pamięci EEPROM	346
Sprzęt	346
Schemat	346
Szkic	347
Wynik	349
Projekt nr 55: stosowanie układu ekspandera portów	350
Sprzęt	350
Schemat	350
Szkic	352
Magistrala SPI	353
Łączenie pinów	353
Implementacja obsługi magistrali SPI	354
Wysyłanie danych do urządzenia SPI	355
Projekt nr 56: stosowanie cyfrowego rezystora nastawnego	356
Sprzęt	356
Schemat	357
Szkic	357
Co dalej?	359

18

ZEGARY CZASU RZECZYWISTEGO	361
Łączenie modułu RTC	362
Projekt nr 57: wyświetlanie daty i godziny	
na podstawie zegara czasu rzeczywistego	362
Sprzęt	363
Szkiec	363
Działanie szkicu	365
Projekt nr 58: tworzenie prostego zegara cyfrowego	367
Sprzęt	368
Szkiec	368
Działanie szkicu i generowane wyniki	371
Projekt nr 59: budowa systemu kontroli czasu pracy	
na bazie technologii RFID	371
Sprzęt	372
Szkiec	373
Działanie szkicu	377
Co dalej?	377

19

INTERNET	379
Czego potrzebujemy?	379
Projekt nr 60: budowa zdalnej stacji monitoringu	381
Sprzęt	381
Szkiec	381
Rozwiązywanie problemów	384
Działanie szkicu	385
Projekt nr 61: ćwierkające Arduino	386
Sprzęt	386
Szkiec	386
Sterowanie systemem Arduino za pośrednictwem strony internetowej	388
Projekt nr 62: konfiguracja usługi Teleduino	
i zdalne sterowanie systemem Arduino	389
Sprzęt	389
Szkiec	389
Zdalne sterowanie systemem Arduino	391
Co dalej?	392

20

KOMUNIKACJA W SIECI TELEFONII KOMÓRKOWEJ	393
Sprzęt	394
Przygotowanie modułu zasilania	395
Konfigurowanie i testowanie sprzętu	396
Zmiana częstotliwości pracy	398

Projekt nr 63: budowa dzwoniącego Arduino	400
Sprzęt	400
Schemat	401
Szkiec	401
Działanie szkicu	402
Projekt nr 64: budowa systemu Arduino wysyłającego SMS-y	403
Szkiec	403
Działanie szkicu	404
Projekt nr 65: konfiguracja systemu sterowanego za pomocą wiadomości SMS	405
Sprzęt	405
Schemat	405
Szkiec	405
Działanie szkicu	408
Co dalej?	408
SKOROWIDZ	411