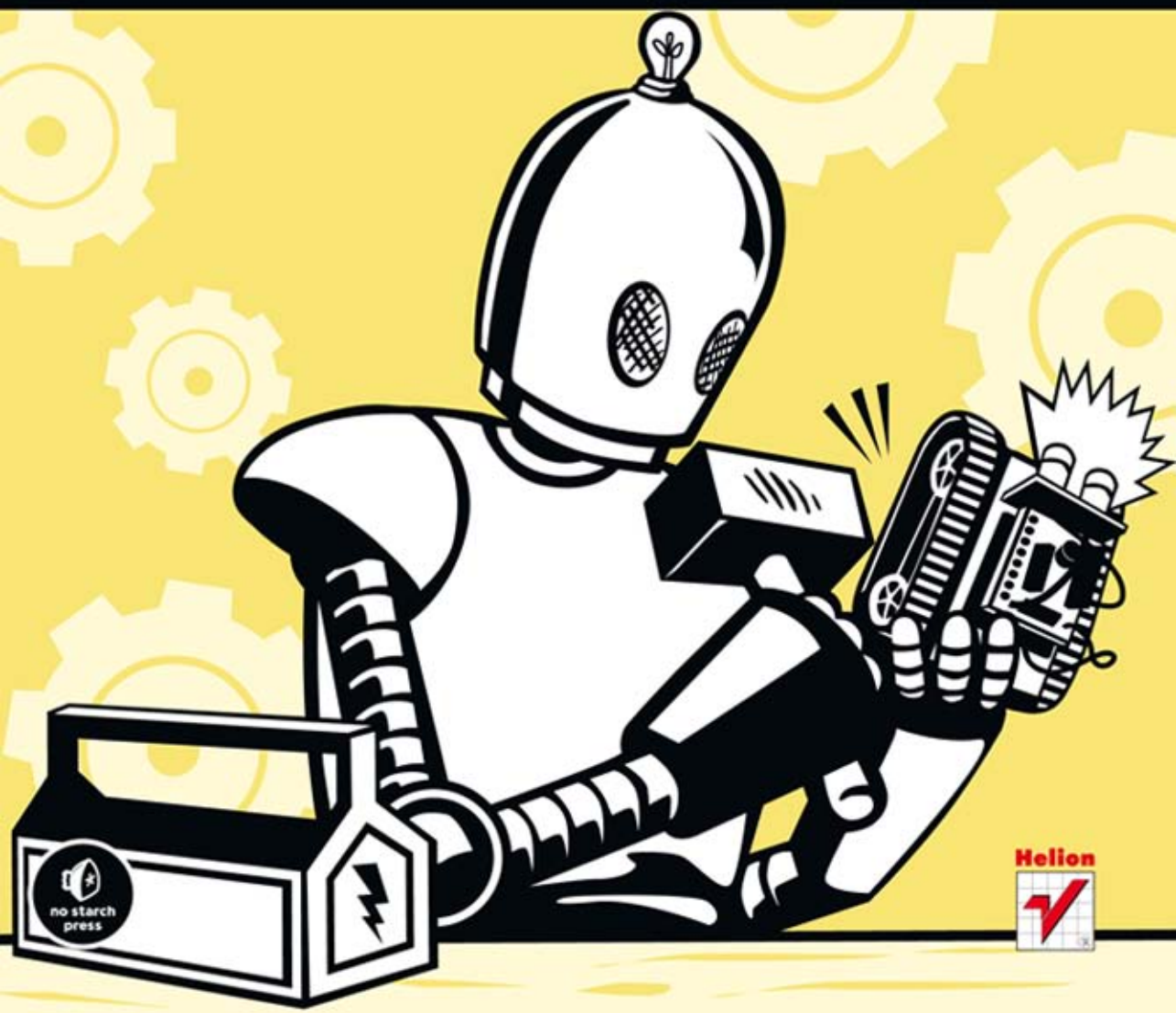
# ARDUINO

## 65 PRAKTYCZNYCH PROJEKTÓW

JOHN BOXALL




Helion

Tytuł oryginału: Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects

Tłumaczenie: Mikołaj Szczepaniak

ISBN: 978-83-246-7999-7



Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: http://helion.pl (księgarnia internetowa, katalog książek)

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
ftp://ftp.helion.pl/przyklady/ardupp.zip

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/ardupp
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

# Spis treści

**PODZIĘKOWANIA ..... 17**

**1**
**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**
Płytka 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
Natężenie ..... 53
Napięcie ..... 53
Moc ..... 53
Komponenty elektroniczne ..... 53
Rezystor ..... 54
Dioda LED ..... 57
Płytka uniwersalna ..... 58
**Projekt nr 1: tworzenie fali migających diod LED ..... 61**
Algorytm ..... 61
Sprzęt ..... 61
Szkic ..... 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
Przekaźnik ..... 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
Szkic ..... 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 wyrażeń 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
Szkic ..... 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
Podejmowanie 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
Szkic ..... 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
Szkic ..... 142
**Projekt nr 17: implementacja binarnego quizu ..... 143**
Algorytm ..... 143
Szkic ..... 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
Szkic ..... 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
Szkic ..... 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**
Szkic ..... 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
Płytka 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 przerwań ... 213
Konfiguracja przerwań ... 214
Aktywowanie i dezaktywowanie przerwań ... 214
**Projekt nr 32: stosowanie przerwań ... 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
Podejmowanie 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

**10**
**ODCZYTYWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH UŻYTKOWNIKA ZA POŚREDNICTWEM EKRANÓW DOTYKOWYCH ..... 225**
Ekrany dotykowe ..... 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

**11**
**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
Płytka Arduino Uno ..... 249
Płytka Freetronics Eleven ..... 249
Płytka Freeduino ..... 250
Płytka Boarduino ..... 250
Płytka Arduino Nano ..... 251
Płytka Arduino LilyPad ..... 251
Płytka Arduino Mega 2560 ..... 252
Płytka Freetronics EtherMega ..... 253
Płytka 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
Szkic ..... 260
Stosowanie silników elektrycznych ..... 261
Tranzystor Darlingtona TIP120 ..... 262
**Projekt nr 39: sterowanie silnikiem ..... 262**
Sprzęt ..... 262
Schemat ..... 263
Szkic ..... 264
**Projekt nr 40: budowa robota gąsienicowego i sterowanie tym robotem ..... 265**
Sprzęt ..... 265
Schemat ..... 267
Szkic ..... 270
Wykrywanie kolizji ..... 272
**Projekt nr 41: wykrywanie kolizji robota za pomocą mikroprzełącznika ..... 272**
Schemat ..... 273
Szkic ..... 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**
Szkic ..... 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
Szkic ..... 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

**14**
**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

**15**
**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 $I^2C$ ..... 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
Szkic ..... 363
Działanie szkicu ..... 365
**Projekt nr 58: tworzenie prostego zegara cyfrowego ..... 367**
Sprzęt ..... 368
Szkic ..... 368
Działanie szkicu i generowane wyniki ..... 371
**Projekt nr 59: budowa systemu kontroli czasu pracy na bazie technologii RFID ..... 371**
Sprzęt ..... 372
Szkic ..... 373
Działanie szkicu ..... 377
Co dalej? ..... 377

**19**
**INTERNET ..... 379**
Czego potrzebujemy? ..... 379
**Projekt nr 60: budowa zdalnej stacji monitoringu ..... 381**
Sprzęt ..... 381
Szkic ..... 381
Rozwiązywanie problemów ..... 384
Działanie szkicu ..... 385
**Projekt nr 61: ćwierkające Arduino ..... 386**
Sprzęt ..... 386
Szkic ..... 386
Sterowanie systemem Arduino za pośrednictwem strony internetowej ..... 388
**Projekt nr 62: konfiguracja usługi Teleduino i zdalne sterowanie systemem Arduino ..... 389**
Sprzęt ..... 389
Szkic ..... 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
Szkic ..... 401
Działanie szkicu ..... 402
**Projekt nr 64: budowa systemu Arduino wysyłającego SMS-y ..... 403**
Szkic ..... 403
Działanie szkicu ..... 404
**Projekt nr 65: konfiguracja systemu sterowanego za pomocą wiadomości SMS ..... 405**
Sprzęt ..... 405
Schemat ..... 405
Szkic ..... 405
Działanie szkicu ..... 408
Co dalej? ..... 408

**SKOROWIDZ ..... 411**

# 16

# Odczytywanie etykiet RFID

**W tym rozdziale:**

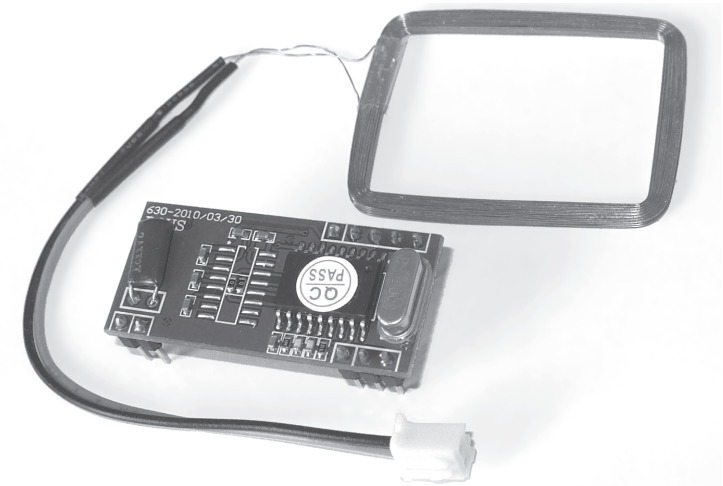
- dowiesz się, jak implementować czytniki etykiet RFID na bazie platformy Arduino;
- nauczysz się zapisywać zmienne w pamięci EEPROM na płytce Arduino;
- zaprojektujesz framework dla systemu dostępu do etykiet RFID na bazie Arduino.

*RFID* (od ang. *radio-frequency identification*) to bezprzewodowy system wykorzystujący pole elektromagnetyczne do przekazywania danych pomiędzy obiektami bez konieczności bezpośredniego kontaktu tych obiektów. Okazuje się, że na bazie platformy Arduino można zbudować urządzenie odczytujące typowe etykiety i karty RFID. Takie urządzenie może być stosowane w systemach kontroli dostępu lub sterowania cyfrowymi pinami wyjściowymi. Być może miałeś już okazję używać kart RFID na przykład w formie kart dostępu umożliwiających otwieranie drzwi lub kart transportu publicznego zbliżanych do czytników w autobusach lub tramwajach. Na rysunku 16.1 pokazano kilka przykładów etykiet i kart RFID.


*Rysunek 16.1. Przykładowe urządzenia korzystające ze standardu RFID*

# Wewnętrzna budowa urządzeń RFID

Wewnątrz urządzenia RFID znajduje się bardzo mały układ scalony z pamięcią. Dostęp do tego układu wymaga specjalistycznego czytnika. Większość etykiet RFID nie zawiera baterii — są zasilane energią pola magnetycznego generowanego przez czytnik RFID. Pole jest generowane przez cewkę, która jednocześnie pełni funkcję anteny odbierającej dane przesyłane pomiędzy kartą a czytnikiem. Na rysunku 16.2 pokazano cewkę anteny czytnika RFID, który będzie stosowany w tym rozdziale.




*Rysunek 16.2. Czytnik RFID używany w tym rozdziale*

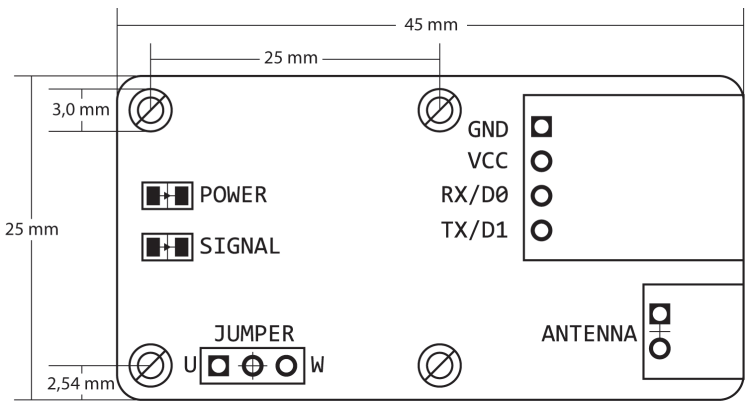
Czytnik kart, który będzie stosowany w tym rozdziale, można kupić w sklepie Seeed Studio (*http://www.seeedstudio.com/*; produkt nr ELB149C5M). Czytnik jest tani i łatwy w użyciu. Ponieważ urządzenie używa częstotliwości 125 kHz, koniecznie należy wybrać etykiety RFID operujące na tej samej częstotliwości (na przykład produkt nr RFR103B2B w sklepie Seeed Studio).

# Testowanie sprzętu

W tym podrozdziale połączymy czytnik RFID z płytką Arduino, a następnie przetestujemy jego działanie za pomocą prostego szkicu odczytującego sygnał z kart RFID i wysyłającego te dane do monitora portu szeregowego.

## Schemat

Na rysunku 16.3 pokazano połączenia niezbędne do budowy modułu RFID.




*Rysunek 16.3. Połączenia w ramach modułu RFID*

## Testowanie schematu

Po połączeniu czytnika RFID z płytką Arduino możemy przetestować ten obwód, umieszczając czarną zworkę w taki sposób, aby łączyła lewy i środkowy pin w sekcji zworek. By połączyć czytnik RFID z płytką Arduino, musisz wykonać następujące kroki (do łączenia obu urządzeń trzeba użyć przewodów połączeniowych z końcówkami żeńskimi i męskimi):

1. Wtyczkę cewki umieść w gnieździe anteny.
2. Pin GND czytnika połącz z pinem GND na płytce Arduino.
3. Pin VCC czytnika połącz z pinem 5 V na płytce Arduino.
4. Pin RX połącz z pinem cyfrowym nr 0 (D0) na płytce Arduino.
5. Pin TX połącz z pinem cyfrowym nr 1 (D1) na płytce Arduino.

**UWAGA** *Na czas wysyłania szkiców na płytkę Arduino połączoną z czytnikiem RFID należy usunąć przewód łączący pin RX tego czytnika z pinem cyfrowym nr 0 na płytce Arduino. Przewód można ponownie podłączyć dopiero po prawidłowym wysłaniu szkicu. Usunięcie połączenia jest konieczne, ponieważ pin D0 jest używany przez system Arduino także do komunikacji z komputerem i otrzymywania szkiców.*

## Szkic testowy

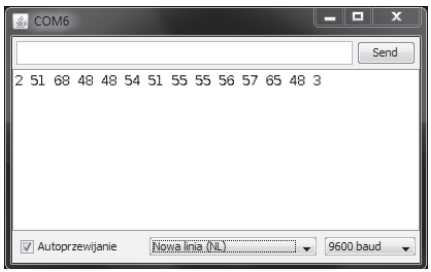
Po wpisaniu szkicu z listingu 16.1 należy go wysłać na płytkę Arduino.

*Listing 16.1. Szkic testujący moduł RFID*

```
// Listing 16.1
int data1 = 0;

void setup()
{
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   if (Serial.available() > 0) {
      data1 = Serial.read();
      // wyświetla otrzymaną liczbę
      Serial.print(" ");
      Serial.print(data1, DEC);
   }
}
```

## Weryfikacja danych w oknie monitora portu szeregowego

Należy teraz otworzyć okno monitora portu szeregowego i wykonać kilka ruchów etykietą RFID nad cewką. Wyświetlony wynik powinien przypominać dane widoczne na rysunku 16.4.




*Rysunek 16.4. Przykładowe dane wynikowe wygenerowane przez szkic z listingu 16.1*

Warto zwrócić uwagę na wyświetlenie aż 14 liczb w oknie monitora portu szeregowego. Sekwencja liczb to unikatowy identyfikator etykiety RFID. W dalszych szkicach właśnie na podstawie tej sekwencji będziemy identyfikować etykiety. Warto teraz zapisać liczby wyświetlone dla każdej z etykiet, ponieważ będziemy potrzebowali tych identyfikatorów w kilku następnych projektach.

# Projekt nr 52: budowa prostego systemu kontroli dostępu na bazie technologii RFID

Czas sprawdzić system RFID w praktycznych zastosowaniach. W tym projekcie pokażę, jak wywoływać zdarzenia systemu Arduino w momencie odczytania prawidłowej etykiety RFID. W kodzie szkicu zapisano identyfikatory dwóch etykiet RFID — w momencie odczytania jednej z tych kart przez czytnik szkic wyświetli w oknie monitora portu szeregowego komunikat *Karta zaakceptowana*. W razie przyłożenia do czytnika niewłaściwej karty w oknie monitora pojawi się komunikat *Karta odrzucona*. Rozwiązanie przygotowane w ramach tego projektu będzie punktem wyjścia dla dalszych prac przy użyciu technologii RFID (polegających między innymi na uzupełnianiu istniejących projektów o ten mechanizm).

## Szkic

W środowisku IDE należy wpisać i wysłać następujący szkic. Warto jednak pamiętać o konieczności zastąpienia znaków x w obu tablicach (w wierszach ❶ i ❷) wartościami składającymi się na identyfikatory stosowanych kart RFID, które można sprawdzić za pomocą szkicu opisanego we wcześniejszej części tego rozdziału. (Same tablice zostały omówione w rozdziale 6.).

```
// Projekt nr 52 — budowa prostego systemu kontroli dostępu na bazie technologii RFID

int data1 = 0;
int ok = -1;

// identyfikatory etykiet RFID można sprawdzić za pomocą szkicu z listingu 16.1
❶ int tag1[14] = {x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x};
❷ int tag2[14] = {x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x};

int newtag[14] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // tablica używana do
                                                // porównywania odczytanego identyfikatora

void setup()
{
   Serial.flush(); // należy wyczyścić bufor portu szeregowego,
                   // w przeciwnym razie pierwszy odczyt mógłby być nieprawidłowy
```

```
   Serial.begin(9600);
}

❸ boolean comparetag(int aa[14], int bb[14])
{
   boolean ff = false;
   int fg = 0;
   for (int cc = 0 ; cc < 14 ; cc++)
   {
      if (aa[cc] == bb[cc])
      {
         fg++;
      }
   }
   if (fg == 14)
   {
      ff = true;
   }
   return ff;
}

❹ void checkmytags() // porównuje oba zapisane identyfikatory z właśnie odczytanym
                     // identyfikatorem
{
   ok = 0; // ta zmienna ułatwia podjęcie decyzji;
           // jeśli ma wartość 1, identyfikatory są takie; jeśli ma wartość 0,
           // identyfikatory są różne;
           // wartość –1 oznacza, że nie odczytano identyfikatora do sprawdzenia
   if (comparetag(newtag, tag1) == true)
   {
❺    ok++;
   }
   if (comparetag(newtag, tag2) == true)
   {
❻    ok++;
   }
}

void loop()
{
   ok = -1;
   if (Serial.available() > 0) // jeśli umieszczono etykietę w sąsiedztwie czytnika,
   {
     // należy odczytać liczbę przekazaną za pośrednictwem pinu szeregowego RX
      delay(100); // czas potrzebny na przesłanie danych
                  // z bufora portu szeregowego
      for (int z = 0 ; z < 14 ; z++) // odczytuje pozostałe liczby identyfikatora
❼     {
         data1 = Serial.read();
         newtag[z] = data1;
```

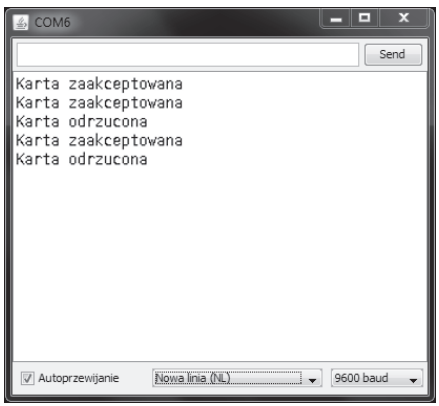
```
      }
      Serial.flush(); // usuwa z bufora ewentualne kolejne odczyty
                      // czas porównać identyfikatory
❽     checkmytags();
   }
❾  // tutaj należy podjąć kroki zależnie od dopasowania identyfikatorów
   if (ok > 0) // jeśli identyfikatory są takie same
   {
      Serial.println("Karta zaakceptowana");
      ok = -1;
   }
   else if (ok == 0) // jeśli identyfikatory są różne
   {
      Serial.println("Karta odrzucona");
      ok = -1;
   }
}
```

## Działanie szkicu

Po umieszczeniu etykiety RFID w sąsiedztwie czytnika liczby składające się na identyfikator tej etykiety są wysyłane za pośrednictwem portu szeregowego. W wierszu ❼ szkic pobiera wszystkie 14 liczb i umieszcza je w tablicy `newtag[]`. Identyfikator jest następnie porównywany z dwoma identyfikatorami zapisanymi w wierszach ❶ i ❷. Do porównania identyfikatorów wykorzystano funkcję `checkmytags()` (zdefiniowaną w wierszu ❹ i wywoływaną w wierszu ❽). Każda para identyfikatorów jest porównywana za pomocą funkcji `comparetag()` zdefiniowanej w wierszu ❸.

Funkcja `comparetag()` otrzymuje na wejściu dwie tablice liczb i zwraca wartość logiczną określającą, czy te tablice są takie same (`true`), czy różne (`false`). Jeśli odczytany identyfikator pasuje do któregoś z identyfikatorów zapisanych w kodzie, zmiennej `ok` jest przypisywana wartość 1 w wierszach ❺ i ❻. I wreszcie w wierszu ❾ szkic decyduje o dalszym działaniu w zależności od ewentualnego dopasowania identyfikatorów.

Po wysłaniu szkicu i ponownym połączeniu pinu cyfrowego nr 0 na płytce Arduino z pinem RX czytnika RFID (patrz rysunek 16.3) należy otworzyć okno monitora portu szeregowego i umieścić kartę RFID w sąsiedztwie czytnika. Wynik wyświetlony na ekranie powinien przypominać dane widoczne na rysunku 16.5.




*Rysunek 16.5. Dane wynikowe wygenerowane przez szkic dla projektu nr 52*

# Zapisywanie danych we wbudowanej pamięci EEPROM systemu Arduino

Zmienne definiowane i stosowane w szkicach dla platformy Arduino przechowują dane tylko do momentu zresetowania tego systemu lub wyłączenia zasilania. Co w takim razie można zrobić, aby zachować te wartości na przyszłość? Jak trwale zapisać na przykład stały kod PIN, który użytkownik będzie mógł wpisywać za pośrednictwem klawiatury numerycznej (jak w rozdziale 9.)? W takim przypadku warto skorzystać z *pamięci EEPROM* (od ang. *electrically erasable programmable read-only memory*). Pamięć EEPROM przechowuje wartości zmiennych w mikrokontrolerze ATmega328. Wartości zapisane w tej pamięci są zachowywane także po wyłączeniu zasilania.

Pamięć EEPROM na płytce Arduino może przechowywać wartości 1024 zmiennych jednobajtowych na pozycjach oznaczonych numerami od 0 do 1023. Wystarczy przypomnieć sobie, że jeden bajt może reprezentować liczbę całkowitą z przedziału od 0 do 255, aby zrozumieć, że opisywana pamięć wprost doskonale nadaje się do przechowywania liczb składających się na identyfikator etykiety RFID. Warunkiem korzystania z pamięci EEPROM w szkicach jest wywołanie biblioteki *EEPROM* (dołączonej do środowiska Arduino IDE) za pomocą następującego wyrażenia:

```

```

Zapisanie wartości w pamięci EEPROM wymaga już tylko jednego prostego wyrażenia:

```

```

Parametr `a` reprezentuje pozycję (z przedziału od 0 do 1023), na której dana wartość ma zostać zapisana, natomiast parametr `b` to zmienna zawierająca bajt danych, który ma być zapisany w pamięci EEPROM na wskazanej pozycji.

Aby uzyskać dane z pamięci EEPROM, należy użyć wyrażenia w postaci:

```

```

Powyższe wyrażenie odczytuje dane zapisane w pamięci EEPROM na pozycji `position` i zapisuje je w zmiennej `value`.

**UWAGA** *Żywotność pamięci EEPROM jest dość ograniczona, zatem pamięć po pewnej liczbie operacji zapisu przestanie działać! Według deklaracji producenta (firmy Atmel) pamięć EEPROM platformy Arduino obsługuje maksymalnie 100 tys. cykli zapisu i odczytu na każdej pozycji. Operacje odczytu nie wpływają na czas działania tej pamięci.*

### Odczytywanie i zapisywanie danych w pamięci EEPROM

W tym punkcie przeanalizujemy przykład szkicu zapisującego dane w pamięci EEPROM i odczytującego te dane. Należy teraz wpisać i wysłać szkic z listingu 16.2.

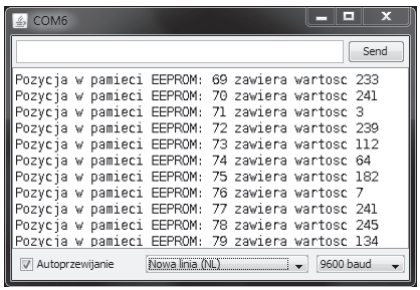
*Listing 16.2. Szkic demonstrujący działanie pamięci EEPROM*

```
// Listing 16.2
#include <EEPROM.h>
int zz;

void setup()
{
   Serial.begin(9600);
   randomSeed(analogRead(0));
}

void loop()
{
   Serial.println("Zapisywanie liczb losowych...");
   for (int i = 0; i < 1024; i++)
   {
      zz = random(255);
❶     EEPROM.write(i, zz);
   }
   Serial.println();
   for (int a = 0; a < 1024; a++)
   {
❷     zz = EEPROM.read(a);
      Serial.print("Pozycja w pamięci EEPROM: ");
      Serial.print(a);
      Serial.print(" zawiera wartość ");
❸     Serial.println(zz);
      delay(25);
   }
}
```

W pętli w wierszu ❶ liczba losowa z przedziału od 0 do 255 jest zapisywana na każdej pozycji w pamięci EEPROM. Zapisane wartości są następnie odczytywane w drugiej pętli w wierszu ❷ oraz wyświetlane w oknie monitora portu szeregowego (w wierszu ❸).

Po wysłaniu tego szkicu na platformę Arduino należy otworzyć okno monitora portu szeregowego, w którym powinny zostać wyświetlone dane podobne do tych z rysunku 16.6.

Możemy teraz przystąpić do realizacji projektu korzystającego z pamięci EEPROM.




*Rysunek 16.6. Przykładowe dane wynikowe wygenerowane przez szkic z listingu 16.2*

# Projekt nr 53: budowa systemu kontroli dostępu RFID z pamięcią „ostatniej akcji”

Mimo że w projekcie nr 52 pokazałem, jak używać etykiet RFID do sterowania urządzeniem, na przykład światłem lub zamkiem elektrycznym, musimy pamiętać o tym, że ponowne uruchomienie lub wyłączenie systemu spowoduje utratę zapisanych danych. Jeśli na przykład po włączeniu światła zostało wyłączone zasilanie, po ponownym włączeniu zasilania światło nie zostanie automatycznie włączone. Tym razem chcemy, aby po ponownym włączeniu zasilania system Arduino pamiętał i przywrócił swój stan sprzed wyłączenia zasilania. Spróbujmy rozwiązać ten problem w tym projekcie.

Szkic tego projektu będzie zapisywał ostatnie działanie (akcję) w pamięci EEPROM (tą akcją może być na przykład zamknięcie lub otwarcie zamka). Po ponownym uruchomieniu szkicu po awarii zasilania lub zresetowaniu platformy Arduino system automatycznie odtworzy stan zapisany w pamięci EEPROM.

## Szkic

W środowisku Arduino IDE należy wpisać i wysłać następujący szkic. Także tym razem trzeba zastąpić znaki x w obu tablicach w wierszach ❶ i ❷ liczbami składowymi identyfikatorów obu etykiet RFID (tak jak w projekcie nr 52).

```
// Projekt nr 53 — budowa systemu kontroli dostępu RFID z pamięcią „ostatniej akcji”

#include <EEPROM.h>
int data1 = 0;
int ok = -1;
int lockStatus = 0;

// identyfikatory etykiet RFID można sprawdzić za pomocą szkicu z listingu 16.1
❶ int tag1[14] = {x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x};
❷ int tag2[14] = {x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x};
```

```
int newtag[14] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // tablica używana do
                                                // porównywania odczytanego identyfikatora

void setup()
{
   Serial.flush();
   Serial.begin(9600);
   pinMode(13, OUTPUT);
❸  checkLock();
}

// funkcja comparetag() porównuje dwie tablice i zwraca wartość true, jeśli są identyczne
// funkcja sprawdza się podczas porównywania identyfikatorów RFID
boolean comparetag(int aa[14], int bb[14])
{
   boolean ff = false;
   int fg = 0;
   for (int cc = 0; cc < 14; cc++)
   {
      if (aa[cc] == bb[cc])
      {
         fg++;
      }
   }
   if (fg == 14)
   {
      ff = true;
   }
   return ff;
}

void checkmytags()
// porównuje oba zapisane identyfikatory z właśnie odczytanym identyfikatorem
{
   ok = 0;
   if (comparetag(newtag, tag1) == true)
   {
      ok++;
   }
   if (comparetag(newtag, tag2) == true)
   {
      ok++;
   }
}

❹  void checkLock()
{
   Serial.print("Stan systemu po ponownym uruchomieniu ");
   lockStatus = EEPROM.read(0);
   if (lockStatus == 1)
```

```
    {
       Serial.println("- zablokowany");
       digitalWrite(13, HIGH);
    }
    if (lockStatus == 0)
    {
       Serial.println("- odblokowany");
       digitalWrite(13, LOW);
    }
    if ((lockStatus != 1) && (lockStatus != 0))
    {
       Serial.println("Błąd pamięci EEPROM - zmień płytkę Arduino");
    }
}

void loop()
{
   ok = -1;
   if (Serial.available() > 0) // jeśli umieszczono etykietę w sąsiedztwie czytnika,
   {
      // należy odczytać liczbę przekazaną za pośrednictwem pinu szeregowego RX
      delay(100);
      for (int z = 0; z < 14; z++) // odczytuje pozostałe liczby identyfikatora
      {
         data1 = Serial.read();
         newtag[z] = data1;
      }
      Serial.flush(); // zapobiega wielokrotnym odczytom tego samego identyfikatora
      // czas porównać identyfikatory
      checkmytags();
   }
❺     if (ok > 0) // jeśli identyfikatory są takie same
   {
      lockStatus = EEPROM.read(0);
      if (lockStatus == 1) // jeśli zablokowany, odblokowuje
❻     {
         Serial.println("Stan - odblokowany");
         digitalWrite(13, LOW);
         EEPROM.write(0, 0);
      }
      if (lockStatus == 0)
❼     {
         Serial.println("Stan - zablokowany");
         digitalWrite(13, HIGH);
         EEPROM.write(0, 1);
      }
      if ((lockStatus != 1) && (lockStatus != 0))
❽     {
         Serial.println("Błąd pamięci EEPROM - zmień płytkę Arduino");
      }
```

```
    }
    else if (ok == 0) // jeśli identyfikatory są różne
    {
       Serial.println("Nieprawidłowa etykieta");
       ok = -1;
    }
    delay(500);
}
```

### *Działanie szkicu*

Powyższy szkic jest zmodyfikowaną wersją programu z projektu nr 52. Do symulacji stanu systemu wykorzystano wbudowaną diodę LED, która dobrze demonstruje urządzenie włączane i wyłączane po każdym odczytaniu prawidłowego identyfikatora RFID. Po odczytaniu i dopasowaniu identyfikatora status zamka jest zmieniany w wierszu ❺. Stan zamka jest zapisywany na pierwszej pozycji w pamięci EEPROM. Stan jest reprezentowany przez wartość liczbową: 0 oznacza odblokowany zamek; 1 oznacza zablokowany zamek. Stan zamka zmienia się (z zablokowanego na odblokowany i odwrotnie) po każdym odczycie prawidłowego identyfikatora RFID w wierszach ❻ i ❼.

Szkic zawiera też kod zabezpieczający system na wypadek, gdyby pamięć EEPROM przestała działać. Jeśli wartość zwrócona po odczytaniu zawartości pamięci EEPROM jest różna od 0 i 1, szkic wyświetla odpowiedni komunikat w wierszu ❽. Co więcej, stan systemu jest sprawdzany po ponownym uruchomieniu szkicu w funkcji `checkLock()` w wierszach ❶, ❷, ❸ i ❹. Funkcja odczytuje wartość zapisaną w pamięci EEPROM, określa na tej podstawie ostatni stan systemu (zamka) i według tego ustawia bieżący stan (zablokowany lub odblokowany).

# Co dalej?

W tym rozdziale jeszcze raz wykorzystaliśmy platformę Arduino do budowy prostego urządzenia, które bez tego systemu wymagałoby bardzo złożonego projektu. Wiedza przekazana w tym miejscu wystarczy do stosowania identyfikacji kart RFID w wielu innych projektach i pozwoli tworzyć profesjonalne systemy kontroli dostępu i sterowania cyfrowymi pinami wyjściowymi. Zastosowania tej technologii ponownie zademonstruję w rozdziale 18.

# Skorowidz


### A

A, 53
AC, 53
adres
  IP, 387, 380
    modułu sieciowego, 383
    routera, 383
    statyczny, 381
  MAC, 385, 387
  modułu, 365
alarm antywłamaniowy, 400
algorytm, 52, 82
alternating current, 53
alternatywa, 91
  bitowa, 162
  wykluczająca, 163
amper, 53
analog reference, 103
analogowy
  sygnał, 98
analogRead(), 103
analogWrite, 67, 68
animacje, 166
anoda, 57, 69
  symbol, 75
antena, 394
Arduino
  LilyPad, 249, 251
  Mega, 249
  Mega 2560, 252
  Nano, 249, 251
Arduino, 19, 37
  Due, 248, 253
  LilyPad, 249, 251
  Mega, 249, 252
  Nano, 249, 251
  piny, 242
  płytka, 20, 24
  płytki alternatywne, 247
  połączenia platformy z komputerem, 25
  programowanie, 25
  przechowywanie danych, 336
  rozszerzanie, 41, 188
  sterowanie z poziomu przeglądarki internetowej, 388
  sterowniki interfejsu USB, 31
  symbol płytki, 75
  szkice platformy, 42
  środowisko programowania, 42
  Uno, 28, 386, 389, 394
  własne płytki, 238
  zdalne sterowanie systemem, 391
Arduino.app, 27
AREF, 103
  tłumienie zakłóceń na pinie, 104
array, 146
arytmetyka bitowa, 161
ATmega2560, 248, 252
ATmega328, 336
ATmega328P, 248
  SMD, 248
attachInterrupt, 214

### B

B, 69, 76, 138, 262
bajt, 139
Banzi Massimo, 19
baza, 69
  symbol, 76

BCD, 365
bezwładność wzroku, 165
biblioteka, 196
  dołączenie, 180
  I²C, 365
  instalowanie, 196
  Mac OS X, 197
  moduł, 196
  SerialGSM, 403
  servo, 258
  TinyGPS, 293
  Twitter Arduino, 386
  Ubuntu Linux, 199
  VirtualWire, 305
  Windows, 198
  Wire, 344
BIN, 138
binarne
  systemy, 137
  zmienne, 161
binarycoded decimal, 365
bit, 90
bity (porównywanie) 162
Blu-Tack, 191
błąd
  kompilacji, 49
  w kodzie (znajdowanie), 123
Boarduino, 250
boolean variable, 90
bouncing, 81
brama sieciowa routera, 380
broadboard, 58
brzęczyk
  piezoelektryczny, 106
  symbol, 107
bufor portu szeregowego, 125
  czyszczenie, 127
byte, 137, 161

## C

C, 69, 76, 262
calculateservo, 261
CAT5E, 380
CAT6, 380
cel projektu, 52
cewka (symbol), 76
CHANGE, 213
chip
  resistors, 56
  select, 353
circuit diagrams, 74
clock, 141
COM, 76
common, 76
Cooper Tyler, 21
crystal oscillator, 240
CS, 353
Cuartielles David, 19
current, 53
cyfrowy
  sygnał, 98
  rezystor nastawnego, 356
czas
  pracy, 371
  wykonywania szkicu, 208
częstotliwość
  125 kHz, 331
  433 MHz, 304
  migania diody LED, 50
  pracy modułu GSM, 398
czołg, 265
czujnik
  odległości na podczerwień, 277
  temperatury, 109
czyszczenie bufora portu szeregowego, 127

## D

dane
  rejestrowanie, 201
  tekstowe (przesyłanie), 304
  wysłanie do monitora portu szeregowego, 126
  wysłanie z monitora portu szeregowego, 125, 126
DC, 53
DEC, 138
decimal point, 149
delay, 48, 50, 62
DFR0105, 394
diagram połączeń, 63
digital storage oscilloscope, 81
digitalWrite, 62
dioda
  LED, 57, 61
    symbol, 76
  napięcie przewodzenia, 58
  oznaczenie, 69
  prostownicza, 69
    symbol, 75
direct current, 53
DLINE, 291, 312
długość wiadomości SMS, 404

dodawanie, 102
  urządzeń, 41
domyślny stan pinów cyfrowych, 392
dostosowanie poziomu napięcia, 396
do-while(), 125
DP, 149
drganie styków, 81, 218
  zabezpieczenie, 83
drukowanie szkicu, 43
DS3232, 361
DSO, 81
Duemilanove, 250
dwójkowy system, 137
dzielenie, 102
  napięcia, 104

## E

E, 69, 76, 262
EEPROM, 336
  zapisanie wartości w pamięci, 336
  zewnętrzny, 346
  żywotność pamięci, 336
EEPROM.write, 336
efekty wizualne, 166
EIA-96 code calculator, 56
ekran dotykowy, 226
  budowa, 227
  łączenie, 226
  mapa, 229, 234
  przełącznik, 230
  testowanie, 229, 233
ekspander portów, 350, 352
ELB149C5M, 331
electrically erasable programmable read-only
  memory, 336
elektroniczna kostka do gry, 133
elektryczność, 53
  statyczna (pomiar), 132
element, 146
EM406, 290
emiter, 69
  symbol, 76
error, 49
EtherMega, 253
EtherTen, 380, 386, 389
expected, 49
Explorer, 313

## F

FALLING, 213
false, 90
fałsz, 90
farad, 78
feature creep, 52
float, 102
float voltage, 100
for, 65
Freeduino, 250
Freetronics
  Eleven, 249
  LCD & Keypad, 293
Fritzing, 77
FTDI, 246
funkcja, 113
  zwracająca wartość, 116

## G

generowanie sygnałów elektrycznych, 46, 47
GLCD.
  CursorTo, 180
  DrawCircle, 182
  DrawHoriLine, 182
  DrawRect, 182
  DrawRoundRect, 182
  DrawVertLine, 182
  FillRect, 182
  Puts, 180
  SetDot, 182
global positioning system, 290
GND, 53, 77
gniazdo
  Ethernet, 380
  kart pamięci microSD, 380
GP2Y0A21YK0F, 277
GPS, 188, 290
  dane o godzinie, 296
  odbiornik, 290
  stan odbiornika, 292
  szybkość przekazywania danych przez
    odbiornik, 292
  testowanie, 291
GPS-09123, 291
Greenwich Mean Time, 297
ground, 53
GSM
  częstotliwość pracy, 398
  status modułu, 398

GSM
test, 400
zasilanie, 394
rozkaz nawiązania połączenia, 402

H

HD44780, 172
hexTronik HXT900, 257
HIGH, 48, 62

I

I, 59
I/O, 40
I²C, 343, 344, 350
adres magistrali, 350
IDE, 25, 42
konfiguracja, 27
if, 88
if-then, 220
ikona
Monitor portu szeregowego, 44
Nowy, 44
Otwórz, 44
Weryfikuj, 44
Załaduj, 44
Zapisz, 44
ilość pamięci dostępnej, 49
infrared, 319
INPUT, 47
instrukcja
powtarzanie, 124
wykonywane jednorazowe, 46
int, 64, 161
integer, 64
integrated development environment, 25
interfejs sieci internetowej (Ethernet), 41
inter-integrated circuit, 343
interrupt, 213, 214
IPAddress ip, 384
IR, 319
iteracje, 65
izolacja od obwodu sterującego, 70

J

jasność świecenia diody, 233
jednostki miar (konwersje), 79

K

karta
dostępu, 329
microSD, 201
pamici
wpisywanie danych, 202
formatowanie, 201
katoda, 57, 69
symbol, 75
klawiatura numeryczna, 218
program obsługi, 219
testowanie, 219
kod 403, 388
modyfikowanie, 50
paskowy, 54
kolektor, 69
symbol, 76
komentarz, 45
kompilowanie, 49
komponenty
wybór, 52
komunikacja z Arduino
za pośrednictwem internetu, 388
komunikaty środowiska, 44
kondensator, 78
ceramiczny, 79
elektrolityczny, 80
rozładowanie, 78
symbol, 79
koniunkcja, 91
bitowa, 162
konwersja,
jednostek miar, 79
liczby binarnej na dziesiętną, 137
kostka do gry, 133
KS0066, 172
KS0108B, 178
k , 54

L

L, 41
latch, 141
LCD, 171
liczba w systemie
binarnym, 175
dziesiętnym, 175
szesnastkowym, 175
moduł graficzny, 178
pozycja kursora, 174

własne znaki, 176
wyświetlenie
słowa, 175
zmiennej, 175
wyzerowanie, 174
znakowy
czarna ramka z białym wypełnieniem, 182
koło, 182
liczba całkowita, 180
odcinek , 182
prostokąt z zaokrąglonymi narożnikami, 182
tekst, 180
włączenie piksela, 182
wypełniony prostokąt, 182
lcd.
begin, 174
clear, 174
print, 175
setCursor, 174
least significant bit, 137
LED, 40, 57, 61
napięcie przewodzenia, 58
poziom jasności, 66
sterowanie SMS-em, 405
symbol, 76
świecenie, 48
wyłączenie, 48
liczba
binarna 137, 140
całkowita, 64, 127
iteracji, 65
losowa, 132, 143
obrotów wału na minutę, 261
wyświetlanie, 149
light-emitting diodes, 40
Lindsay Philip, 20
linia
danych, 344
zegara, 344
liniowy
potencjometr, 105
regulator napięcia, 239
Linux, 25
Ubuntu, 33
liquid crystal display, 171
logarytmiczny potencjometr, 105
long, 127
loop, 47
LOW, 48, 62, 213
LSB, 137
LSBFIRST, 150
lutowanie, 194

## Ł

ładowanie szkicu, 43
ładunek elektryczny, 78

## M

MAC adres, 385
Mac OS X, 25
biblioteka, 197
magistrala
danych, 343
I²C, 344
SPI, 353
mapa ekranu dotykowego, 229
masa klejąca wielokrotnego użytku, 191
master-in, slave-out, 353
master-out, slave-in, 353
MCP23017, 350, 351, 352
MCP4162, 356
microSD, 188, 201
testowanie, 201
zapisywanie danych, 202
microSDHC, 201
microswitch, 273
miernik uniwersalny, 56
mierzenie
napięcia, 56
natężenia prądu, 56
oporu elektrycznego, 56
miganie
diody, 45
dostrzegalne, 66
mikrofarad, 78
mikrokontroler, 39, 41, 240
wyjmowanie, 244
mikroprzełącznik, 273
miliamper, 53
millis, 208
miniaturowy rezystor nastawny, 106
MISO, 353
mnożenie, 102
moc, 53
znamionowa, 56
model mostu z sygnalizatorami, 92
modem, 380
modulacja szerokości impulsu, 66, 108, 236, 271
modulo, 155

moduł, 41, 188
  adres, 365
  biblioteki, 196
  dodatkowe, 190
  GSM
    częstotliwość pracy, 398
    zasilanie, 394
    SM5100, 394
  komunikacji radiowej, 310
  niestandardowy, 191
  radiowy, 304
  samodzielne konstruowanie, 190
  sieciowy, 379
  zasilania (przygotowanie), 395
modyfikowanie kodu, 50
monitor portu szeregowego, 120, 143, 349
monitorowanie
  stanu pinów cyfrowych, 195
  zdalne, 381
montaż wielu modułów, 190
MOSI, 353
most significant bit, 137, 354
MSB, 137, 354
MSBFIRST, 153
multimetr, 56
myservo.write, 258
M , 54

## N

najbardziej znaczący bit, 137, 354
najmniej znaczący bit, 137
napięcie, 53, 59
  dzielenie, 104
  referencyjne, 103
  regulator, 239
  skok, 71
  stabilizacja, 80
  wewnętrzne, 104
natężenie prądu, 53, 59
  ograniczanie, 54
nazwa
  pliku (szkic), 43
  stosowanej płytki, 44
NC, 76
negacja, 90
  bitowa, 163, 164
Nintendo DS, 226
Niski stan, 99
NO, 76
noInterrupts, 214
normally
  closed, 76
  open, 76
NPN, 76
numer
  portu
    cyfrowego, 47
    USB, 44
  telefonu odbiorcy SMS, 404

## O

obraz
  odwracanie, 168
  wyświetlanie, 167
obsługa przerwań, 214
obszar
  komunikatów, 42, 44
  poleceń, 42, 43
  tekstu, 42, 44
obwód
  filtrujący, 83
  ochrona, 71
  własny, 237
odbiornik
  podczerwieni, 320
    testowanie, 321
odejmowanie, 102
odwracanie obrazu, 168
OE, 141
określanie
  godziny, 290
  położenia, 290
  przybliżonej szybkości, 290
om, 54
Oomlout, 22
open source, 254
operator
  alternatywy, 91
  koniunkcji, 91
  negacji, 90
  porównania, 103
opornik, 54
oporność, 54,59
oprogramowanie, 42
oscyloskop cyfrowy z pamięcią, 81
OUTPUT, 47, 61
output enable, 141

## P


pamięć
  dostępna, 49
  EEPROM, 248
  flash, 248
  SRAM, 248
Parallax Ping, 282
Pasmo (aktualne ustawienia), 398
persistence of vision, 165
pętla for, 65
pF, 78
piezoelektryczny brzęczyk, 106
pikofarad, 78
pilot, 321
pin
  cyfrowy, 46
    stan domyślny, 392
  zwiększanie liczby, 138
numer 1, 241
pinMode, 47, 61
plan przedpłacony, 394
planowanie działań, 52
płytka
  prototypowa, 190
  uniwersalna, 58
PNP, 76
pobieranie danych ze zdalnego czujnika, 314
podczerwień, 319
podłączanie dodatkowych płytek, 41
Pololu RP5, 265
połączenia (symbol), 77
położenie (rejestrowanie), 298
pomiar (precyzja), 103
ponowne uruchamianie systemu, 41
porównywanie bitów, 162
port
  szeregowy, 40, 44
    monitor, 120
  USB, 380
potencjometr, 105
POV, 165
PowerSwitch Tail, 112
powiadomienia o powrocie dzieci ze szkoły, 386
powtarzanie instrukcji, 124
poziom jasności diod LED, 66
prawda, 90
prawo Ohma, 58, 59
prąd
  błądzący, 71, 265
  maksymalne natężenie, 68
  natężenie, 53
  przełączanie, 69
  sieciowy (przełączanie), 72
  stały, 53
  zmienny, 53
precyzyjny zegar, 296
prepaid, 394
prędkość podróży, 298
program (wstrzymanie wykonywania), 213
projekt (cel), 52
projektowania systemów, 52
ProtoScrewShield, 367
ProtoShield, 190
  RESET, 194
  układ otworów, 192
  projekt obwodu, 193
przegrzanie rezystora, 56
przekazywanie informacji pomiędzy płytką a komputerem, 50
przekaźnik, 70, 71
  symbol, 76
  zastosowanie, 71
przekierowanie portu przy użyciu publicznego adresu IP, 386
przełączanie prądu, 69, 72
przełącznik dotykowy, 233
przepustowość, 121
przerost funkcji, 52
przerwanie, 213
  tryb, 213
przesunięcie
  w lewo, 163
  w prawo, 163
przesyłanie danych tekstowych, 304
przetwarzanie dużej liczby powiązanych danych, 146
przewody, 60
  symbol, 77
przewód sieciowy, 380
przycisk symbol, 82
pull-
  down resistor, 83
  width modulation, 66
PWM, 66, 236
PWRIN, 396
PWROUT, 396


## Q


quiz, 143

**R**

R, 59
radio-frequency identification, 329
random, 132
randomSeed, 132
readKeypad, 223
reakcja na zdarzenie, 213
real-time clock, 361
reference voltage, 103
regulator napięcia, 239
rejestr przesuwający, 138
  zasada działania, 139
rejestrowanie
  danych, 201
  położenia, 298
  ruchu samochodu, 298
RESET, 39, 41
  ProtoShield, 194
reszta z operacji dzielenia, 155
revolutions per minute, 261
rezonator kwarcowy, 240
rezystancja, 54
rezystor, 54, 61
  do montażu powierzchniowego, 56
  miniaturowy, 106
  moc znamionowa, 56
  nastawny cyfrowy, 356
  nastawny, 105, 356
  ograniczający natężenie prądu, 58
  przegrzanie, 56
  symbol, 75
  ściągający, 83
RFID, 329
  budowa, 330
  czytnik, 331
  etykiety, 331
  identyfikator etykiety, 336
  system kontroli dostępu, 333
  testowanie, 331, 332
RFR103B2B, 331
RISING, 213
robot
  czujnik podczerwieni do wykrywania kolizji, 280
  gąsienicowy, 265
  możliwe ruchy, 271
  zderzenia z obiektami, 273
rozmiar tablicy, 146
RPM, 261
RTC, 361
RTL-10709, 290
ruch wahadłowy, 92
RX, 41, 50
rzut kostką do gry, 134

**S**

S, 82
SAM3X8E, 248
Sarik John, 22
SBAND, 399
schemat obwodu, 74
schematic diagrams, 74
Schulz Kurt, 21
SCK, 353
SCL, 344, 362
Scooterputer, 21
SDA, 344, 362
seed, 132
Serial.
peripheral interface, 343
  available(), 126
  begin, 121
  flush(), 127
  GSM, 403
  print(), 138
  println, 122
servo, 256
servomechanism, 256
serwomotor, 256
shields, 188
shift register, 138
shiftOut(), 150
siedmiosegmentowy wyświetlacz, 148
silnik, 257
  elektryczny, 261
  dodatkowe źródła zasilania, 263
  napięcie zasilania, 261
  prąd
    bez obciążenia, 261
    zatrzymania, 261, 263
  sterowanie, 262, 264
  szybkość przy napięciu zasilacza, 261
silnik
  wykonawczy, 256
    łączenie, 257
    natężenie pobieranego prądu, 256
    szybkość, 256
    uruchamianie, 257
    wymuszenie ruchu, 258
    zakres obrotu, 256
SIM, 394

sketch, 37
skok napięcia, 71
slave select, 353
SM5100, 394
smartfon, 385
SMS, 394
  długość wiadomości, 404
  w odpowiedzi na zdarzenie, 402
SPI, 343, 353
  połączenie, 353
sprzętu wybór, 52
SS, 353
stabilizacja napięcia, 80
stan
  niski, 99
  wysoki, 48, 99
status modułu GSM, 398
sterowanie
  drogą radiową, 305
  SMS-em, 405
  urządzeniami zasilanymi sieci, 112
  za pomocą pilota na podczerwień, 323
stoper, 210
strona internetowa, 381
  z linkami w formie przycisków, 392
styki
  drganie, 81
  przekaźnika (symbol), 76
Sudoku, 22
switch bounce, 81
switch-case, 220
sygnalizacja świetlna, 92
sygnał
  analogowy, 98
  cyfrowy, 98
symbol uśmiechniętej buzi, 176
system
  binarny, 137, 365
  kontroli dostępu, 329
  mierzenia czasu pracy, 371
  nawigacji satelitarnej, 290
szerokość i długość geograficzna, 295
szkic, 42, 45, 52, 87, 94, 114, 134
  czas wykonywania, 208
  debugowanie, 123
  drukowanie, 43
  elastyczność, 64
  komentarz, 45
  kopiowanie, 43
  ładowanie, 43
  maksymalny rozmiar, 385
  port USB, 43
  przeszukiwanie, 43
  testowy, 244
  uruchamianie, 63
  weryfikacja, 43, 49
  wklejanie, 43
  wybór typu płytki, 43
  zapisywanie, 43
szybkość działania mikrokontrolera, 240

## Ś

środowisko programowania, 42
  wersja, 43

## T

tablica, 146
  odczytywanie, 147
  rozmiar, 146
  zapisywanie, 147
tekst
  wysłanie do monitora portu szeregowego, 121
Teleduino, 388
  klucz, 391
  konfiguracja, 389
  liczba mignięć LED, 391
  stan usługi, 391
temperatura
  pomiar, 108
  rejestrowanie, 205
  w zamrażarce, 400
Terminal, 313
termometr, 117
  analogowy, 259
  cyfrowy, 156
  LCD znakowy, 183
  zdalnie sterowany, 314
tester baterii, 99
TinyGPS, 300
TIP120, 262
TMP36, 315
tolerancja rezystora, 55
transmisja bezprzewodowa, 303
tranzystor, 68, 71
  Darlingtona, 262
  NPN, 76
  PNP, 76
  symbol, 76
  wyłączenie, 69
trimpot, 106, 172
true, 90

tryb danych wyjściowych, 47
trymer, 106
TSOP4138, 321
TWI, 344
Twitter, 22
  token, 387
  wpisy, 386
  wymagania na wpisy, 388
two wire interface, 344
TwypeWriter, 22
TX, 41, 50

## U

U, 59
UART, 291, 292, 312
Ubuntu Linux, 33
  biblioteka, 199
ultradźwiękowy czujnik odległości, 282
urządzenia
  dodawanie, 41
  nadrzędne, 344
  podrzędne, 344
USB, 25, 39, 40
ustawianie daty i godziny w układzie zegara
  czasu rzeczywistego, 362
UTC, 297
uziemienie, 53
  symbol, 77

## V

V, 53
variables, 64
VirtualWire, 305
void
  loop, 62, 204
  setup, 46, 47, 62
voltage, 53

## W

W, 53
W5100, 379
wartość początkowa, 132
warunek
  sprawdzanie, 124
    po wykonaniu kodu, 125
wat, 53
wejścia
  analogowe, 39
  -wyjście, 40
wersja środowiska IDE, 43
weryfikacja szkicu, 49
wewnętrzne napięcie referencyjne, 104
while(), 124
wielokrotne wykonanie instrukcji, 47
Wi-Fi, 385
Windows, 8, 25, 29
  biblioteka, 198
Windows XP, 25
Wire, 344
WLS107B4B, 304
własny obwód, 237
włączanie klimatyzacji SMS-em, 408
wolt, 53
wpisy na Twitterze, 386
WRL-08687, 311
WRL-10534, 304
wspólna
  anoda, 149
  katoda, 149
współczynnik wypełnienia impulsu, 66
wstrzymanie wykonywania
  programu, 213
  szkicu, 48
wykrywanie sygnałów elektrycznych, 46, 47
wysoki stan, 99
wyświetlacz, 21
  LED (sterowanie), 150
  liczb binarnych, 140
  matrycowy, 158
  siedmiosegmentowy, 148
wyświetlanie
  daty i godziny na sznakowym module LCD, 367
  na module LCD współrzędnych
    reprezentujących bieżącą pozycję, 293
wzmacniacz dźwięku, 105

## X

XBee, 305, 310, 315
  Explorer, 311

## Z

zalanie piwnicy, 408
zamek z klawiaturą numeryczną, 221
zapisywanie
  szkicu, 43
  zmodyfikowanego szkicu, 118
zasilanie, 39
zatrzask, 141

zdalne sterowanie robota, 325
zegar, 141
  czasu rzeczywistego, 361
    ustawianie daty i godziny, 362
  precyzyjny, 296
zewnętrzna pamięć EEPROM, 346
zintegrowane
  środowisko programowania, 25, 42
  kontroler sieciowy, 380
złącza, 39
zmienna, 64
  logiczna, 90
  tablicowa, 389
  wyświetlanie wartości, 122
znakowy moduł LCD, 173

GENIALNA LEKTURA DLA KAŻDEGO PASJONATA ELEKTRONIKI!

Arduino to platforma, dzięki której świat elektroniki zyskał wiele nowych, ciekawych rozwiązań i możliwości. Prostota obsługi, świetna dokumentacja oraz specjalnie zaprojektowane środowisko do tworzenia oprogramowania sprawiły, że projekt ten zdobył tysiące sympatyków. Taki sukces przełożył się na ilość dostępnych akcesoriów oraz instrukcji, dzięki którym możesz zbudować dowolny układ elektroniczny.

W tej książce zebrano 65 interesujących projektów o zróżnicowanym stopniu trudności. Dzięki nim błyskawicznie opanujesz zasady wykorzystania platformy oraz zbudujesz urządzenia, które przydadzą się w codziennym życiu. Pierwsze projekty pozwolą Ci zapoznać się z Arduino — jeden z nich polega na przykład na tworzeniu fali migających diod LED. Wykonanie kolejnych pozwoli Ci osiągnąć wyższy stopień wtajemniczenia: sterowanie ruchem samochodowym, testowanie baterii, elektroniczna kostka do gry, pomiar temperatury czy wykorzystanie systemu GPS to tylko niektóre z nich. Książka ta jest obowiązkową lekturą dla wszystkich, którzy chcą poznać tajniki platformy Arduino i zbudować niesamowite układy elektroniczne.

**Zbuduj swój własny:**

- tester baterii
- odbiornik GPS
- termometr cyfrowy
- stoper
- czytnik RFID




ISBN 978-83-246-7999-7

9 788324 679997


Cena: 69,00 zł