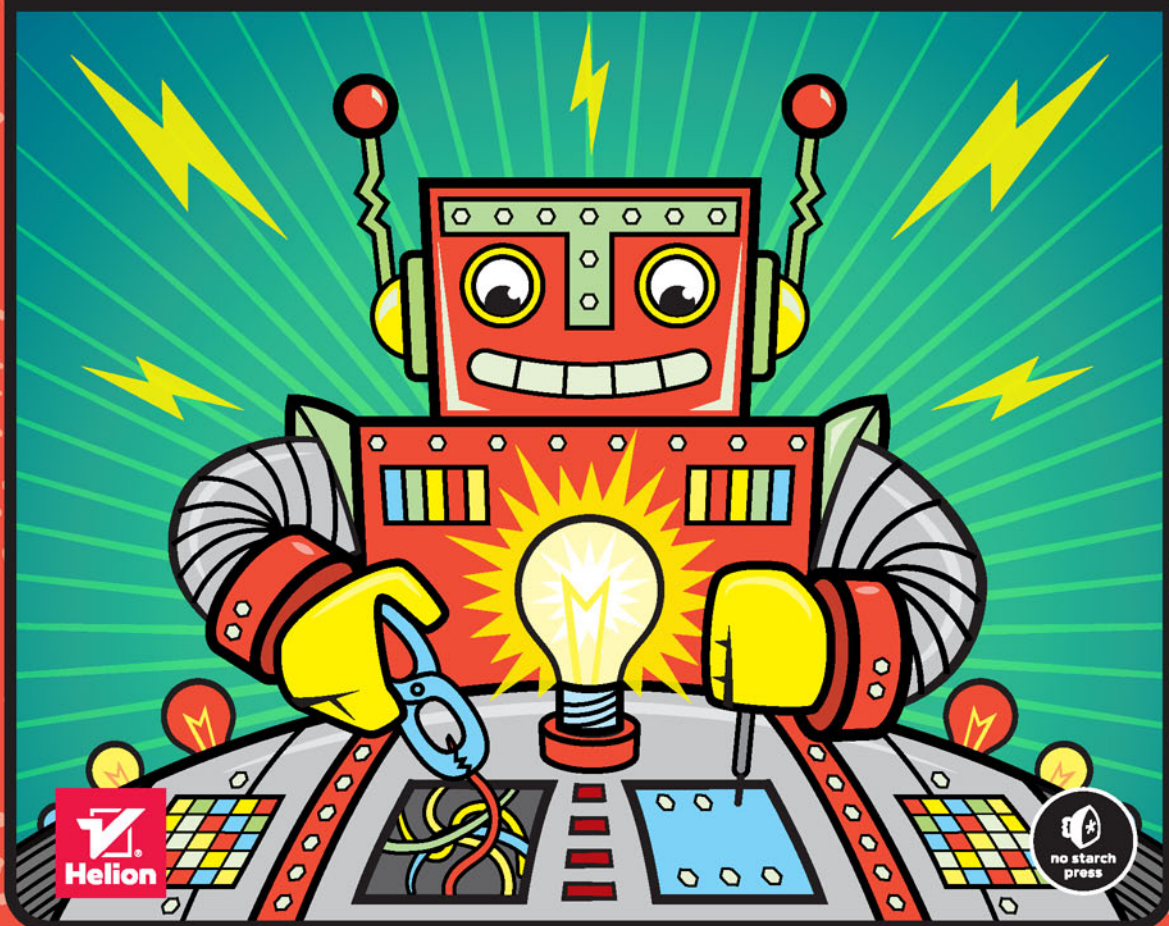


# ELEKTRONIKA DLA MAŁYCH I DUŻYCH

OD PRZEWODU DO OBWODU

ØYVIND NYDAL DAHL



Tytuł oryginału: Electronics for Kids: Play with Simple Circuits and Experiment with Electricity!

Tłumaczenie: Konrad Matuk

ISBN: 978-83-283-3258-4

Copyright © 2016 by Øyvind Nydal Dahl. Title of English-language original: Electronics for Kids, ISBN 978-1-59327-725-3, published by No Starch Press.

Polish language edition copyright © 2017 by Helion SA  
All rights reserved.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

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

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/elema>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

# SPIS TREŚCI

Przedmowa .....	xvii
Podziękowania .....	xix

## WPROWADZENIE **XXI**

O książce .....	xxii
Kto powinien przeczytać tę książkę? .....	xxii
Jak czytać tę książkę? .....	xxii
Co znajdę w tej książce? .....	xxiii
Twoje elektroniczne laboratorium .....	xxv
Przydatne zapasy .....	xxv
Bezpieczeństwo jest najważniejsze! .....	xxvii

## CZĘŚĆ I. ZABAWA Z ELEKTRYCZNOŚCIĄ

### 1.

#### CZYM JEST ELEKTRYCZNOŚĆ? **3**

Projekt 1. Włącz światło! .....	4
Lista zakupów .....	4
Krok 1. Przyjrzyj się żarówce .....	4
Krok 2. Podłącz żarówkę do baterii .....	5
Dlaczego przepływ prądu sprawia, że żarówka świeci? .....	5
Czym jest elektron? .....	6
Napięcie wywołuje ruch elektronów .....	6
Natężenie przepływającego prądu .....	7
Opór elektryczny redukuje natężenie prądu .....	7
Dlaczego żarówka świeci? .....	8
Dlaczego obwód elektryczny przypomina system hydrauliczny? ..	9
Przełącznik .....	10
Projekt 2. Alarm przeciw włamaniowy .....	11
Lista zakupów .....	12
Narzędzia .....	13
Krok 1. Czy brzęczyk generuje dźwięk? .....	13
Krok 2. Przygotuj aluminium .....	14
Krok 3. Przyczep folię do drzwi .....	15
Krok 4. Przygotuj drut aktywujący alarm .....	15
Krok 5. Połącz brzęczyk z drutem aktywującym .....	16
Krok 6. Zamontuj brzęczyk i drut aktywujący alarm ..	16
Krok 7. Dodaj źródło prądu .....	17

Krok 8. Sprawdź działanie alarmu . . . . .	17
Krok 9. Co, jeżeli alarm antywłamaniowy nie działa? . .	17
Co dalej? . . . . .	18

## **2. WPRAWIANIE PRZEDMIOTÓW W RUCH ZA POMOCĄ PRĄDU I MAGNESÓW 19**

Jak działa magnes? . . . . .	20
<i>Sprawdź to: Znajdź przedmioty wykonane z materiałów magnetycznych . . . . .</i>	21
Elektromagnes . . . . .	22
Projekt 3. Stwórz swój własny elektromagnes . . . . .	23
Lista zakupów . . . . .	24
Narzędzia . . . . .	25
Krok 1. Przyjrzyj się śrubie . . . . .	25
Krok 2. Zdejmij izolację z jednego końca drutu . . . . .	26
Krok 3. Nawiń drut . . . . .	27
Krok 4. Podłącz ujemny biegun baterii z cewką . . . . .	28
Krok 5. Podłącz przełącznik . . . . .	28
Krok 6. Sprawdź działanie swojego elektromagnesu! . .	30
Krok 7. Co, jeżeli elektromagnes nie działa? . . . . .	31
Silnik . . . . .	31
Projekt 4. Zbuduj własny silnik . . . . .	32
Lista zakupów . . . . .	34
Narzędzia . . . . .	35
Krok 1. Wykonaj wirnik . . . . .	35
Krok 2. Wykonaj konstrukcję nośną silnika . . . . .	36
Krok 3. Zainstaluj magnesy . . . . .	37
Krok 4. Zaizoluj ponownie część cewki . . . . .	38
Krok 5. Uruchom silnik . . . . .	39
Krok 6. Co, jeżeli silnik nie pracuje? . . . . .	40
Co dalej? . . . . .	41

## **3. GENEROWANIE PRĄDU ELEKTRYCZNEGO 43**

Generowanie elektryczności za pomocą magnesów . . . . .	44
Zmienne pole magnetyczne wytwarza elektryczność . .	44
Jak działa generator? . . . . .	45
<i>Tworzenie elektryczności za pomocą wody i wiatru . . . .</i>	46
Multimetr . . . . .	47
Jak wykonać pomiar napięcia? . . . . .	47
Czym różni się prąd przemienny od prądu stałego? . . .	48

Projekt 5. Generator wstrząsowy .....	49
Lista zakupów .....	50
Narzędzia .....	50
Krok 1. Przygotuj rurkę .....	51
Krok 2. Nawiń cewkę .....	52
Krok 3. Podłącz multimetr .....	52
Krok 4. Potrząśnij generatorem! .....	53
Krok 5. Co, jeżeli miernik nie pokazuje żadnego napięcia? .....	54
<i>Sprawdź to: Silnik w roli generatora prądu</i> .....	55
Jak działają baterie? .....	55
Co znajduje się wewnątrz baterii? .....	55
Chemia wewnątrz baterii .....	56
Od czego zależy napięcie prądu dostarczanego przez baterię? .....	57
Projekt 6. Moc cytryny generująca światło .....	58
Dioda LED .....	58
Lista zakupów .....	59
Narzędzia .....	60
Krok 1. Przygotuj kable .....	60
Krok 2. Włóż elektrody do cytryny .....	61
Krok 3. Wykonaj trzy kolejne ogniwa .....	62
Krok 4. Połącz cytryny szeregowo .....	62
Krok 5. Sprawdź działanie baterii .....	64
<i>Sprawdź to: Inne jedzeniowe baterie</i> .....	65
Krok 6. Co, jeżeli nie widać światła? .....	65
Co dalej? .....	66

## CZĘŚĆ II. TWORZENIE OBWODÓW

### 4.

## GENEROWANIE ŚWIATŁA ZA POMOCĄ DIOD LED 69

Rezystor .....	70
Kod paskowy rezystorów .....	70
<i>Zapisywanie dużych wartości</i> .....	72
Z czego zbudowane są rezystory? .....	72
Rezystory wpływają na napięcie i natężenie prądu .....	73
Wprowadzenie prawa Ohma .....	73
Projekt 7. Zniszczmy diodę LED! .....	74
Lista zakupów .....	75
Krok 1. Zidentyfikuj złącza diody LED .....	75
Krok 2. Spal tę diodę! .....	76
Krok 3. Co, jeżeli nic się nie stało? .....	76

Jak prawidłowo korzystać z diod LED .....	76
<i>Zapisywanie małych wartości</i> .....	77
Ochrona diody LED za pomocą rezystora .....	77
Obliczanie potrzebnej rezystancji .....	78
Projekt 8. Zasilanie diody LED .....	78
Lista zakupów .....	79
Krok 1. Skręć złącza rezystora i diody LED .....	79
Krok 2. Podłącz kable klipsa baterii .....	80
Krok 3. Niech stanie się jasność! .....	80
Krok 4. Co, jeżeli dioda LED nie działa? .....	81
Łączenie obwodów na płytce prototypowej .....	81
Podłączanie komponentów i kabli .....	81
Kable używane do pracy z płytką prototypową .....	83
Projekt 9. Twój pierwszy obwód wykonany na płytce prototypowej .....	84
Lista zakupów .....	84
Krok 1. Zamontuj rezystor .....	85
Krok 2. Zamontuj diodę LED .....	86
Krok 3. Zamontuj klips baterii .....	86
Krok 4. Co, jeżeli dioda LED nie działa? .....	87
Co dalej? .....	87

## 5.

### GENEROWANIE MIGAJĄCEGO ŚWIATŁA

89

Kondensator .....	90
Jak działa kondensator? .....	90
Kondensatory spolaryzowane i niespolaryzowane .....	91
Pojemność kondensatorów .....	92
Projekt 10. Testowanie kondensatora .....	92
Lista zakupów .....	93
Krok 1. Wykonaj obwód diody LED .....	94
Krok 2. Dodaj kondensator .....	94
Krok 3. Naładuj kondensator .....	95
Krok 4. Zasilaj diodę LED za pomocą kondensatora .....	95
Krok 5. Co, jeżeli obwód nie działa? .....	95
Opis obwodów za pomocą symboli .....	95
Przełącznik .....	97
Miganie światłem za pomocą przełącznika .....	99
Spalnianie błysków .....	100
Projekt 11. Miganie światła .....	101
Lista zakupów .....	102
Krok 1. Identyfikacja złączy przełącznika .....	103
Krok 2. Spraw, aby przełącznik pracował szybko .....	104
Krok 3. Spraw, aby przełącznik był dłużej włączony .....	105

Krok 4. Spraw, aby przekaźnik był dłużej wyłączony ..	106
Krok 5. Dodaj diodę LED i rezystor .....	106
Krok 6. Co, jeżeli dioda LED nie miga? .....	108
<i>Sprawdź to: Wykonaj ulepszoną wersję</i> <i>alarmu antywłamaniowego</i> .....	108
Co dalej? .....	109

## 6.

### ZACZNIJ LUTOWAĆ!

**111**

Lutowanie .....	112
Zasady bezpiecznego wykonywania połączeń lutowniczych .....	113
Rozgrzej lutownicę .....	114
Wyczyść grot lutownicy .....	115
Ocynuj grot lutownicy .....	115
Rozgrzej przylutowywany drut i pole lutownicze .....	115
Dodaj spoiwo lutownicze .....	116
Zabierz lutownicę .....	116
Wystrzegaj się nieprawidłowo wykonanych połączeń ..	117
Projekt 12. Wykonaj lutowaną wersję swojego pierwszego obwodu z diodą LED .....	118
Lista zakupów .....	118
Narzędzia .....	119
Krok 1. Umieść komponenty na płytce .....	120
Krok 2. Zegnij złącza komponentów .....	120
<i>Jak czytać ilustracje płytek obwodów?</i> .....	121
Krok 3. Rozgrzej i wyczyść lutownicę .....	122
Krok 4. Przylutuj rezystor i diodę LED .....	122
Krok 5. Skróć złącza komponentów .....	122
Krok 6. Przylutuj klips baterii .....	123
Krok 7. Niech stanie się światłość! .....	124
Krok 8. Co, jeżeli lutowana wersja obwodu diody LED nie działa? .....	124
Ojej! Jak mogę zdemontować przylutowany komponent? .....	125
Projekt 13. Rozlutuj klips baterii .....	126
Lista zakupów .....	126
Narzędzia .....	126
Krok 1. Podgrzej lutownicę .....	127
Krok 2. Połóż knot na lucie .....	127
Krok 3. Podgrzej połączenie lutownicze oraz knot .....	128
Krok 4. Odetnij zużyty fragment knota .....	128
Krok 5. Rozlutuj drugi kabel klipsa baterii .....	129
<i>Sprawdź to: Wykonaj kolejne połączenia lutownicze!</i> ..	129
Co dalej? .....	130

<b>7.</b>		
<b>STEROWANIE ZA POMOCĄ ELEKTRYCZNOŚCI</b>		<b>131</b>
Tranzystor .....		132
Do czego przydaje się tranzystor? .....		133
Jak działa tranzystor? .....		134
Sterowanie diodą LED za pomocą tranzystora .....		135
Projekt 14. Zbuduj obwód wykrywający dotyk .....		136
Lista zakupów .....		138
Narzędzia .....		139
Krok 1. Umieść komponenty na płytce uniwersalnej ..		140
Krok 2. Sprawdź umiejscowienie komponentów .....		140
Krok 3. Przylutuj komponenty i utnij zbędne fragmenty ich złączy .....		140
Krok 4. Wykonaj pole czułe na dotyk .....		141
Krok 5. Podłącz obwód do baterii! .....		142
Krok 6. Sprawdź działanie czujnika .....		142
Krok 7. Co, jeżeli czujnik dotyku nie działa? .....		142
<i>Sprawdź to: Czy czujnik może rozróżniać różne         rodzaje dotyku?</i> .....		144
Rezystory o zmiennej rezystancji .....		144
Potencjometr .....		145
Fotorezystor .....		145
Dzielenie napięcia za pomocą rezystorów .....		146
Jak wygląda dzielnik napięcia? .....		146
Obliczanie napięcia wyjściowego dzielnika napięcia ...		147
W jaki sposób dzielnik napięcia może przydać się do pomiaru natężenia światła? .....		148
Projekt 15. Zbuduj budzik wykrywający wschód słońca .....		148
Lista zakupów .....		150
Narzędzia .....		151
Krok 1. Zamontuj komponenty na płytce prototypowej .		152
Krok 2. Przylutuj komponenty i skróć złącza .....		152
Krok 3. Podłącz brzęczyk .....		153
Krok 4. Wykonaj pozostałe połączenia za pomocą drutów .....		154
Krok 5. Dołącz klips baterii .....		155
Krok 6. Skonfiguruj budzik .....		155
Krok 7. Co, jeżeli nie słyhać alarmu? .....		156
<i>Sprawdź to: Wentylator ze sterownikiem reagującym         na zmiany temperatury</i> .....		157
Co dalej? .....		159



## 8.

### ZBUDUJ INSTRUMENT MUZYCZNY

161

Układ scalony	162
Układy scalone i ich dokumentacja	162
Elektryczność i generowanie dźwięku	163
Dźwięki słyszane przez ludzi	164
Timer 555	164
Zasilanie układu scalonego	164
Jak określić częstotliwość sygnału wyjściowego timera 555	166
Projekt 16. Generuj dźwięk za pomocą timera 555	167
Lista zakupów	169
Krok 1. Zamontuj timer 555 na płytce prototypowej	170
Krok 2. Określ częstotliwość	171
Krok 3. Podłącz głośnik i kondensator sprzęgający	171
Krok 4. Podłącz zasilanie i sygnał resetujący	173
Krok 5. Czas wygenerować dźwięk!	173
Krok 6. Co, jeżeli nie słychać dźwięku?	174
<i>Zespołowe sprawdzanie połączeń</i>	174
Zamiana irytującego brzęczenia w muzykę	175
Projekt 17. Instrument, który generuje różne dźwięki	175
Lista zakupów	177
Krok 1. Podłącz układ zegarowy 555 i kondensatory	178
Krok 2. Podłącz przewody połączeniowe	179
Krok 3. Zamontuj potencjometr i rezystor	179
Krok 4. Zamontuj włącznik	180
Krok 5. Podłącz głośnik	181
Krok 6. Uruchom instrument	182
Krok 7. Co, jeżeli instrument nie działa?	183
<i>Sprawdź to: Wykonaj instrument sterowany ruchem</i>	183
Co dalej?	184

## CZĘŚĆ III. CYFROWY ŚWIAT

### 9.

#### JAK OBWODY PRZETWARZAJĄ ZERA I JEDYNKI?

187

Jedynki i zera jako napięcia	188
System binarny	188
Projekt 18. Konwersja liczb z systemu binarnego na dziesiętny	190
Narzędzia	190
Krok 1. Zapisz liczbę na kartce	190
Krok 2. Zapisz wartości pozycji	191
Krok 3. Określ wartość każdej cyfry	191

Krok 4. Dodaj liczby . . . . .	192
<i>Sprawdź to: Dokonaj transformacji innych</i>	
<i>liczb binarnych</i> . . . . .	192
Bity i bajty . . . . .	193
Liczby mogą opisywać wszystko . . . . .	193
Projekt 19. Gra w zgadywanie kolorów . . . . .	194
Dioda LED RGB . . . . .	195
Lista zakupów . . . . .	196
Krok 1. Zamontuj przyciski wybieraka kolorów . . . . .	197
Krok 2. Podłącz diodę LED RGB . . . . .	198
Krok 3. Zamontuj przycisk aktywujący	
wyświetlanie koloru . . . . .	198
Krok 4. Sprawdź mechanizm wyświetlania kolorów . . . . .	199
Krok 5. Co, jeżeli gra nie działa? . . . . .	200
<i>Sprawdź to: Wykonaj lutowaną wersję gry</i>	
<i>w zgadywanie kolorów</i> . . . . .	200
Jak liczby binarne mogą tworzyć słowa? . . . . .	201
Projekt 20. Maszyna do przekazywania	
zaszyfrowanych wiadomości . . . . .	202
Przełącznik typu DIP . . . . .	204
Lista zakupów . . . . .	204
Krok 1. Podłącz przełącznik przyciskowy . . . . .	205
Krok 2. Podłącz przełącznik typu DIP . . . . .	206
Krok 3. Podłącz diody LED . . . . .	207
Krok 4. Wyślij zaszyfrowaną wiadomość! . . . . .	209
Krok 5. Co, jeżeli projekt nie działa? . . . . .	210
<i>Dlaczego komputery przetwarzają zera i jedynki?</i> . . . . .	211
Co dalej? . . . . .	212

## 10.

### OBWODY, KTÓRE PODEJMUJĄ DECYZJE

213

To tylko logika . . . . .	214
Bramki logiczne . . . . .	215
Bramka AND poszukuje dwóch prawd . . . . .	216
Bramka OR poszukuje jednej prawdy . . . . .	216
Bramka NOT odwraca sygnał wejściowy . . . . .	217
Większa bramka AND . . . . .	217
Jak przedstawić obwód logiczny na schemacie? . . . . .	218
Równanie logiczne dla tajnego kodu . . . . .	218
Konwersja równania logicznego na schemat obwodu . . . . .	219
<i>Sprawdź to: Przekształć więcej zdań logicznych</i>	
<i>na obwody</i> . . . . .	220
Stosowanie bramek logicznych w praktyce . . . . .	220

<i>Więcej o natężeniu prądu, komponentach     i tranzystorach</i> .....	222
Projekt 21. Weryfikator tajnego kodu .....	223
Lista zakupów .....	224
Narzędzia .....	226
Jak zasilać płytkę prądem o innym napięciu? .....	226
<i>Zwiększanie stabilności pracy obwodów</i> .....	227
Krok 1. Zamontuj przełączniki i rezystory .....	228
Krok 2. Zamontuj układy scalone .....	228
Krok 3. Zamontuj tranzystor i diodę LED .....	229
Krok 4. Połącz obwód logiczny .....	230
Krok 5. Podłącz przewody do tranzystora .....	233
<i>Ochrona komponentów</i> .....	234
Krok 6. Podłącz zasilanie i sprawdź działanie weryfikatora tajnego kodu .....	234
Krok 7. Co, jeżeli dioda LED nie zapala się? .....	235
<i>Sprawdź to: Rozbrój alarm przeciw włamaniowy</i> .....	236
Negujące bramki logiczne .....	237
Bramka NAND szuka jednego fałszu .....	237
Bramka NOR szuka fałszu na obu wejściach .....	237
Co dalej? .....	238

## 11.

### **OBWODY, KTÓRE ZAPAMIĘTUJĄ DANE 239**

Zapisywanie pojedynczego bitu .....	240
Lepszy układ pamięci .....	241
Pamięć, której zawartość zmienia się tylko w określonym momencie .....	241
Signal wyjściowy przerzutnika może włączać i wyłączać różne komponenty .....	244
Projekt 22. Elektroniczna moneta do gry .....	245
Lista zakupów .....	247
Krok 1. Połącz obwód oscylatora .....	249
Krok 2. Podłącz przycisk startowy .....	249
Krok 3. Zbuduj obwód włączający i wyłączający diody LED .....	251
Krok 4. Zamontuj diody LED symbolizujące reszkę i orła .....	252
Krok 5. Rzuć tą „monetą” .....	253
Krok 6. Co, jeżeli elektroniczna moneta nie działa? ...	254
Co dalej? .....	255

## 12. ZBUDUJMY GRĘ! 257

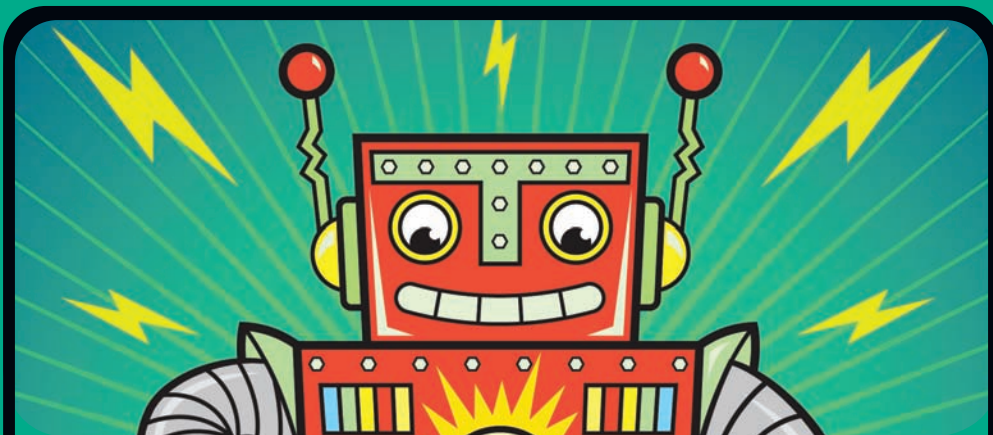
Gra testująca refleks .....	259
Symbole napięcia zasilającego oraz masy .....	259
<i>Dlaczego napięcie zasilające</i> <i>oznaczone jest symbolem <math>U_{CC}</math>?</i> .....	260
Timer 555 określający prędkość ruchu światła .....	260
Licznik włączający diody LED .....	262
Przerzutnik aktywujący i zatrzymujący ruch światła ..	263
Projekt 23. Gra testująca refleks .....	265
Lista zakupów .....	267
Narzędzia .....	268
Krok 1. Zbuduj obwód timera 555 .....	269
Krok 2. Wykonaj obwód sterujący pracą diod LED .....	271
Krok 3. Połącz obwód uruchamiania i zatrzymywania gry .....	274
Krok 4. Poćwicz refleks! .....	276
Krok 5. Co, jeżeli gra nie działa? .....	276
<i>Sprawdź to: Zmień szybkość ruchu światła</i> .....	278
Dodaj brzęczyk do gry .....	279
Co dalej? Zaczynaj pracować nad innymi, ciekawymi projektami! ..	280

## UŻYTECZNE ZASOBY 281

Ściaga ułatwiająca odczytywanie wartości elementów .....	282
Kod paskowy rezystorów .....	282
Oznaczenia kondensatorów .....	283
Standardowe przedrostki .....	284
Krótkie przypomnienie prawa Ohma .....	285
Podstawowy obwód dzielnika napięcia .....	285
Sklepy internetowe z elementami elektronicznymi .....	286
Serwisy internetowe .....	287

## SKOROWIDZ 289





## 4.

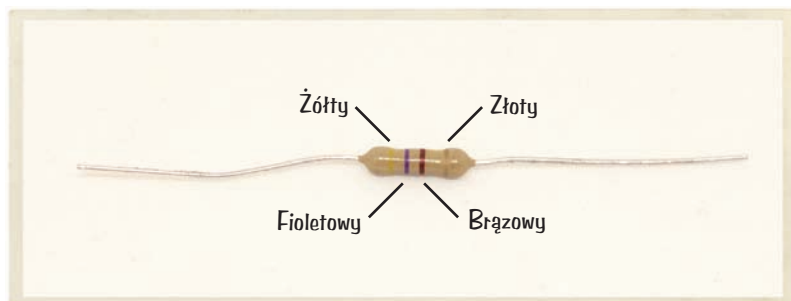
# GENEROWANIE ŚWIATŁA ZA POMOCĄ DIOD LED

**W** elektronice bardzo często korzysta się z różnych komponentów generujących światło, najczęściej są to diody LED. Czasami pełnią one rolę prostych elementów sygnalizujących włączenie urządzenia, ale czasami są elementami o wiele bardziej skomplikowanych urządzeń takich jak np. ekrany komputerów. Tak naprawdę niektóre wyświetlacze składają się z tysięcy miniaturowych diod LED.

W tym rozdziale dowiesz się, jak działają dwa najczęściej stosowane komponenty elektroniczne: rezystory i diody LED. Pokażę Ci, jak można spalić diodę LED, ale nie martw się, nauczę Cię również stosowania rezystorów zapobiegających spaleniu tych diod. Pracując nad projektami opisanymi w tym rozdziale, zaczniesz korzystać z nowego narzędzia —  **płytki prototypowej**. Obwody wielu projektów opisanych w tej książce korzystają z płytek prototypowych. Z płytek tego typu będziesz mógł korzystać w przyszłości podczas pracy nad własnymi wynalazkami.

## REZYSTOR

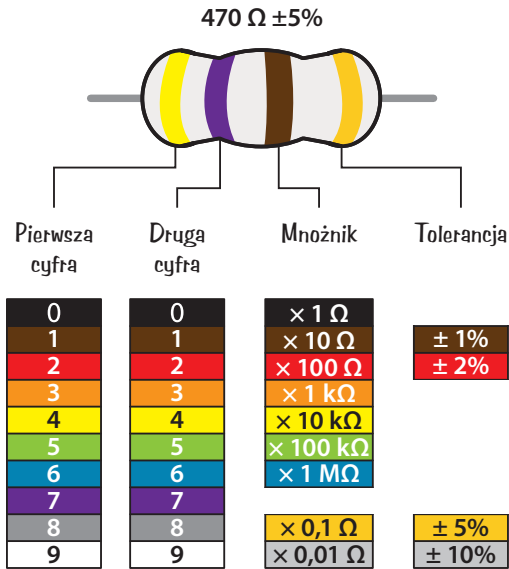
Przypominam, że rezystancja (opór elektryczny) ogranicza natężenie prądu płynącego w obwodzie. **Rezystor** jest komponentem generującym rezystancję. Im większa rezystancja włączona w obwód, tym niższe jest natężenie płynącego w nim prądu.



### Kod paskowy rezystorów

Jeśli przyjrzyj się rezystorowi, zauważysz, że na jego obudowie znajduje się kilka kolorowych pasków. Kolory te informują o rezystancji danego rezystora. Wielkość ta jest wyrażana w **omach** — jednostce, która jest często oznaczana za pomocą symbolu **omega** ( $\Omega$ ). Im więcej omów, tym wyższy jest opór elektryczny.





Na większości rezystorów nadrukowano cztery paski. Licząc od lewej, pierwszy pasek informuje o pierwszej cyfrze wartości rezystancji. W zaprezentowanym przykładzie pierwszy pasek jest koloru żółtego, a więc pierwszą cyfrą jest 4. Drugi pasek (fioletowy) informuje o drugiej cyfrze, czyli 7. W sumie uzyskujemy wartość 47. Następnie wartość tę musimy pomnożyć przez wartość trzeciego paska, czyli przez **mnożnik**. W zaprezentowanym przykładzie mnożnik jest koloru brązowego, a więc symbolizuje on wartość 10. W związku z tym 47 mnożymy przez 10:

$$47 \cdot 10 \Omega = 470 \Omega$$

**UWAGA** Jeżeli na rezystorze znajdziesz pięć pasków zamiast czterech, to trzy pierwsze paski są cyframi, a czwarta jest mnożnikiem.

Niestety rzeczywista rezystancja rezystora nie będzie pokrywała się z wartością odczytaną z kodu paskowego! To trochę niedorzeczne, prawda? Wyprodukowanie rezystora o dokładnie określonej wartości jest trudne, a więc producenci dopuszczają pewną **tolerancję**, czyli odchylenie wartości rzeczywistej od znamionowej.

Zaprezentowany rezystor charakteryzuje się znamionową rezystancją  $470 \Omega$  i 5-procentową tolerancją. Oznacza to, że jego rzeczywista rezystancja może przyjąć dowolną wartość z zakresu wartości o 5 procent niższych od  $470 \Omega$  do wartości o 5 procent wyższych od  $470 \Omega$ . Pięć procent z 470 to około 24, a więc rzeczywista rezystancja może znajdować się w zakresie od  $446 \Omega$  do  $494 \Omega$ .

Zwykle trzy paski informujące o rezystancji są zgrupowane obok siebie, a czwarty pasek, który informuje o tolerancji, znajduje się w pewnej odległości od nich. Czasami paski są tak blisko siebie, że trudno jest określić, które z nich informują o rezystancji. Na szczęście czwarty pasek jest zwykle złoty lub srebrny, a więc jeżeli zauważysz złoty lub srebrny pasek na obudowie rezystora, możesz spokojnie założyć, że jest to pasek tolerancji.

### ZAPISYWANIE DUŻYCH WARTOŚCI

W tabeli wyjaśniającej kod paskowy rezystorów po niektórych wartościach rezystancji przed symbolem  $\Omega$  pojawiły się litery *k* i *M*. Są to skróty ułatwiające zapisywanie naprawdę dużych wartości. Opór  $300\,000 \Omega$  często zapisywany jest jako  $300 \text{ k}\Omega$ , gdzie *k* jest skrótem od przedrostka *kilo*, który oznacza tysiąc. *M* jest skrótem przedrostka *mega*, który oznacza jeden milion, a więc zamiast pisać  $3\,000\,000 \Omega$ , możesz zapisać tę wartość w postaci  $3 \text{ M}\Omega$ .

## Z czego zbudowane są rezystory?

Rezystor mógłbyś wykonać z bardzo długiego kawałka standardowego kabla. Kable i druty charakteryzują się niewielką rezystancją, ale im są dłuższe, tym większa jest wartość generowanego przez nie oporu. Niestety stosowanie kabli o długości kilku kilometrów nie jest zbyt wydajną techniką ograniczania prądu. Lepiej w tym celu skorzystać z materiału charakteryzującego się większą rezystancją, takiego jak np. węgiel. Większość rezystorów dostępnych w sklepach jest wykonana z węgla owiniętego materiałem izolacyjnym.



## Rezystory wpływają na napięcie i natężenie prądu

Początkowo rezystory mogą wydawać się dość nudne. Jeżeli podłączysz rezystor do baterii, to najprawdopodobniej nie stanie się nic ciekawego poza tym, że rezystor nieco się nagrzeje. Jeżeli w takim eksperymencie zastosujesz rezystor o bardzo małej rezystancji, np.  $10\ \Omega$ , może on nagrzać się bardzo mocno. Tak mocno, że możesz się poparzyć, a bateria ulegnie szybkiemu rozładowaniu.

**OSTRZEŻENIE** *W przypadku niektórych baterii podłączanie rezystora charakteryzującego się niską rezystancją bezpośrednio do ich biegunów może okazać się niebezpieczne. Niektóre baterie są na tyle mocne, że mogą sprawić, iż rezystor się zapali. Zachowaj ostrożność!*

Najciekawszym zastosowaniem rezystorów jest zmiana napięcia i natężenia prądu płynącego w obwodzie! Dzięki nim możesz zapanować nad swoim obwodem i określić sposób, w jaki ma on pracować.

## WPROWADZENIE PRAWA OHMA

Kluczem do sterowania napięciem i natężeniem prądu płynącego w obwodzie jest wzór określany mianem **prawa Ohma**. Prawo to określa zależność pomiędzy rezystancją, napięciem a natężeniem prądu i jest przedstawiane za pomocą następującego wzoru:

$$U = I \cdot R$$

gdzie:

$U$  — napięcie wyrażone w woltach (V)

$I$  — natężenie prądu wyrażone w amperach (A)

$R$  — rezystancja wyrażona w omach ( $\Omega$ )

Prawo Ohma można wyrazić słowami: „Napięcie jest równe iloczynowi natężenia prądu i rezystancji”. Prawo Ohma można zapisać również za pomocą następujących wzorów:

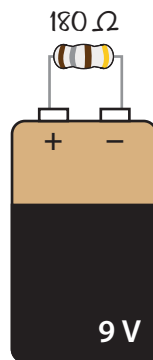
$$R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R}$$

Zobaczmy, jak prawo Ohma działa w praktyce. Wyobraź sobie, że masz rezystor oraz baterię 9 V i chcesz, aby przez rezystor popłynął prąd o natężeniu 0,05 A. Jakiej rezystancji potrzebujesz, aby uzyskać takie natężenie prądu? Możesz to obliczyć za pomocą prawa Ohma:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{9 \text{ V}}{0,05 \text{ A}}$$

$$R = 180 \Omega$$



Po podzieleniu napięcia przez natężenie prądu okazało się, że w celu uzyskania prądu o natężeniu 0,05 A potrzebujesz rezystora stawiającego opór 180 Ω.

## PROJEKT 7. ZNISZCZMY DIODĘ LED!

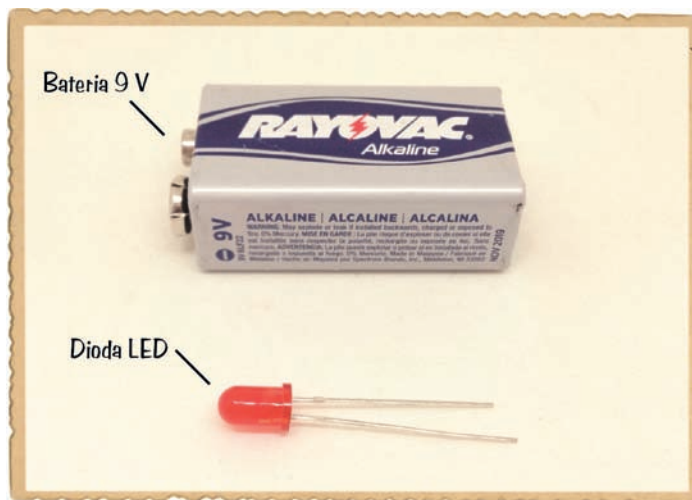
Prawie wszystkie urządzenia elektroniczne są wyposażone w diody LED, o których pisałem w rozdziale 3. Tam, gdzie spotkasz diody LED, spotkasz również rezystory. Rozejrzyj się po domu i poszukaj diod LED. Przyjrzyj się komputerowi, pralce, telewizorowi i routerowi Wi-Fi. Czy po wciśnięciu przycisków widzisz miganie jakichś świateł? Są to najprawdopodobniej diody LED połączone szeregowo z rezystorami.

W projekcie 6. („Moc cytryny generująca światło”) podłączałeś diodę LED bezpośrednio do baterii wykonanej z cytryn. W większości obwodów musisz jednak zachować dodatkowe środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu diody LED. Jeżeli przez diodę LED popłynie prąd o zbyt dużym natężeniu, dioda ta rozgrzeje się do wysokiej temperatury i przepali. Bateria wykonana z cytryn była zbyt słaba, aby dostarczyć prądu o natężeniu potrzebnym do uszkodzenia diody LED.

Oczywiście mógłbym opisywać związaną z tym teorię w nieskończoność, ale samodzielne eksperymentowanie to najlepszy sposób na poznanie pewnych zjawisk! Sam musiałem uszkodzić kilka diod LED, zanim sobie uświadomiłem, że nie należy ich podłączać

bezpośrednio do baterii, bez dodatkowych rezystorów. Chcę, abyś sam przekonał się o tym w praktyce. Dlatego też w poniższym projekcie będziesz miał za zadanie zniszczyć diodę LED!

## Lista zakupów

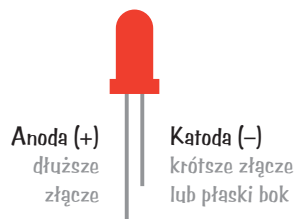


- ▶ Standardowa dioda LED (np. #333973 w katalogu Jameco, #OP002 w katalogu Bitsbox; #LED-00219 w katalogu Botland).
- ▶ Standardowa bateria 9 V do zasilenia obwodu.

## Krok 1. Zidentyfikuj złącza diody LED

Przyjrzyj się uważnie diodzie LED, a zauważysz, że jedno z jej złączy jest dłuższe. Diody LED są **spolaryzowane**, co oznacza, że prąd może przez nie płynąć tylko wtedy, gdy zostaną podłączone do obwodu w odpowiedni sposób. Dłuższe złącze określamy mianem **anody** i podłączamy je do dodatniego bieguna baterii. Krótsze złącze określamy mianem **katody** i podłączamy je do ujemnego bieguna baterii.

Złącza niektórych diod LED są takiej samej długości. W takim przypadku musisz znaleźć płaską stronę spodu obudowy diody LED. Złącze znajdujące się po płaskiej stronie jest katodą.

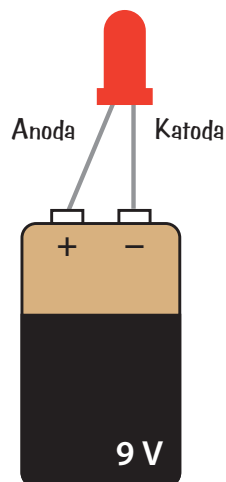


## Krok 2. Spal tę diodę!

Aby nie poparzyć palców, trzymaj diodę LED za jedno ze złączy. Następnie połóż baterię 9 V na stole i dotknij złączami diody LED bezpośrednio do biegunów baterii.

Dioda przez chwilę powinna świecić jasnym światłem, nagrzać się, a następnie zgasnąć. Niektóre jej elementy mogą naprawdę zmienić kolor na czarny. Gratuluję. Właśnie spaliłeś swoją pierwszą diodę LED.

**WSKAZÓWKA** *Niektóre diody LED przestają świecić po upływie sekundy od momentu podłączenia ich bezpośrednio do baterii, a inne egzemplarze mogą emitować światło przez kilka sekund.*



## Krok 3. Co, jeżeli nic się nie stało?

Jeżeli nic się nie stało, może to oznaczać, że:

- ▶ Podłączyłeś diodę LED na odwrót.
- ▶ Twoja dioda została uszkodzona wcześniej.
- ▶ Twoja bateria jest rozładowana.

Na początek spróbuj podłączyć baterię odwrotnie. Jeżeli jesteś pewien, że dioda była podłączona we właściwy sposób, znaczy to, że jest ona uszkodzona lub bateria jest rozładowana. Najpierw spróbuj wykonać eksperyment z inną baterią, a jeżeli dalej nic się nie będzie działo, wypróbuj inną diodę LED. Teraz powinieneś móc ją uszkodzić.

## JAK PRAWIDŁOWO KORZYSTAĆ Z DIOD LED

Niszczenie diod LED może wydawać się zabawne, ale warto, abyś wiedział, jak *uniknąć* uszkodzenia takiej diody. Dioda LED uległa przepaleniu, ponieważ popłynął przez nią prąd o zbyt dużym natężeniu. Możesz temu zapobiec, stosując rezystor. Rezystory stawiają opór prądowi. Jeżeli zastosujesz rezystor o odpowiedniej wartości, ograniczy on natężenie prądu do wartości bezpiecznej dla diody LED.

## ZAPISYWANIE MAŁYCH WARTOŚCI

Podczas pracy nad projektami elektronicznymi będziesz miał często do czynienia z bardzo małymi liczbami (szczególnie wtedy, gdy będziesz mierzył lub obliczał natężenie prądu). Natężenie prądu płynącego w większości obwodów zaprezentowanych w tej książce jest niższe od 0,1 A, a wiele z nich osiąga wartości zbliżone do 0,02 A. W celu uproszczenia zapisu takich wartości korzystam z prefiksu *mili*, który jest symbolizowany przez małą literę *m*. Skrót ten oznacza jedną tysięczną, a więc 1 mA to 0,001 A. 1000 mA to 1 A, 0,02 A to 20 mA, a 0,1 A to 100 mA.

## Ochrona diody LED za pomocą rezystora

Podłączając diodę LED do obwodu, należy ją zawsze włączać szeregowo z rezystorem. Rezystory charakteryzują się różnym oporem. Właściwą wartość oporu określisz, wykonując obliczenia.

Większość standardowych diod LED wymaga do pracy napięcia około 2 V i natężenia około 20 mA (0,02 A). Te dwie wartości oraz napięcie prądu dostarczanego przez baterię to wszystko, co musisz wiedzieć, aby określić właściwą rezystancję. Wartości te należy podstawić do następującego wzoru:

$$R = \frac{U_{BAT} - U_{LED}}{I_{LED}}$$

Wzór ten może Ci coś przypominać. Tak, to kolejna wersja prawa Ohma. Literą *U* oznaczono napięcia, a literą *I* natężenie prądu.  $U_{BAT}$  jest napięciem prądu dostarczanego przez baterię, a  $U_{LED}$  jest napięciem prądu wymaganym do zapalenia diody LED (zwykle 2 V). Natężenie prądu wymaganego przez diodę oznaczamy  $I_{LED}$  (zwykle wynosi ono 20 mA). Wzór ten można wyrazić słownie w następujący sposób: „W celu określenia rezystancji należy odjąć napięcie diody LED od napięcia baterii, a następnie otrzymaną wartość podzielić przez natężenie prądu diody LED”.

## Obliczanie potrzebnej rezystancji

Wyobraź sobie, że masz baterię 9 V, rezystor i standardową diodę LED. Jaka rezystancją powinien charakteryzować się rezystor? Za pomocą zaprezentowanego wcześniej wzoru uzyskasz następujący wynik:

$$1 \quad R = \frac{U_{BAT} - U_{LED}}{I_{LED}}$$

$$3 \quad R = \frac{7 \text{ V}}{0,02 \text{ A}}$$

$$2 \quad R = \frac{9 \text{ V} - 2 \text{ V}}{20 \text{ mA}}$$

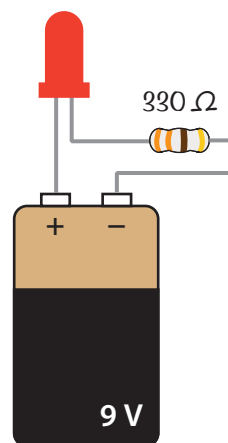
$$4 \quad R = 350 \Omega$$

Z obliczeń wynika, że prąd o właściwym natężeniu popłynie przez obwód po włączeniu do niego rezystancji 350  $\Omega$ .

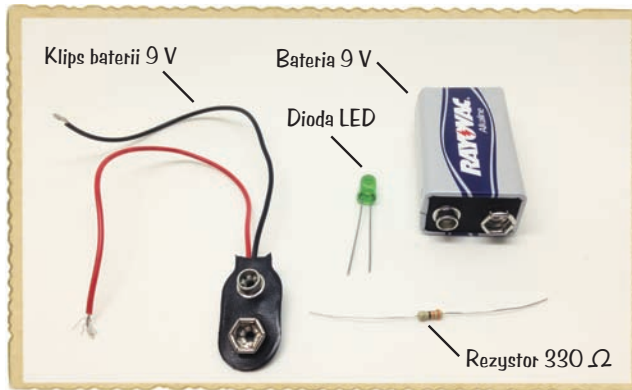
## PROJEKT 8. ZASILANIE DIODY LED

Teraz spróbujmy zasilić standardową diodę LED za pośrednictwem rezystora ograniczającego, który ochroni ją przed uszkodzeniem. Przed chwilą obliczyliśmy, że w celu zasilenia diody LED za pomocą baterii 9 V do obwodu musisz włączyć rezystancję 350  $\Omega$ .

Przypominam, że w sekcji „Kod paskowy rezystorów” pisałem o tym, iż standardowe wartości rzeczywiste rezystorów nie zawsze pokrywają się z wartościami zakładanymi. Jeżeli kupisz rezystor o znamionowej rezystancji 350  $\Omega$ , w rzeczywistości wcale nie musi on charakteryzować się rezystancją 350  $\Omega$ . Jego rezystancja może wynosić na przykład 370  $\Omega$ . Ponadto nie produkuje się rezystorów o wszystkich możliwych wartościach. W przypadku rezystora ochraniającego diodę LED wartość jego rezystancji nie musi być dobrana idealnie. To dobrze, bo nie znajdziesz standardowych rezystorów o rezystancji 350  $\Omega$ , ale z pewnością uda Ci się znaleźć rezystory o rezystancji 330  $\Omega$  (jest to standardowa, łatwa do znalezienia wartość).



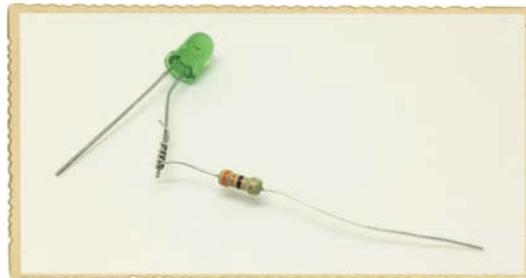
## Lista zakupów



- ▶ **Standardowa bateria 9 V**, która ma zasilać obwód.
- ▶ **Klips baterii 9 V** (np. #11280 w katalogu Jameco, #BAT033 w katalogu Bitsbox, #AKC-00416 w katalogu Botland) pozwalający na podłączenie baterii do obwodu.
- ▶ **Standardowa dioda LED** (np. #333973 w katalogu Jameco, #OP002 w katalogu Bitsbox; #LED-00219 w katalogu Botland).
- ▶ **Rezystor 330  $\Omega$**  (rezystory o tej wartości znajdziesz np. pod numerami #661386 w katalogu Jameco, #CR25330R w katalogu Bitsbox; #PAS-04544 w katalogu Botland; zestawy wielu różnych rezystorów znajdziesz pod numerami #2217511 w katalogu Jameco, #K017 w katalogu Bitsbox; #PAS-04547 w katalogu Botland) ograniczający natężenie prądu płynącego przez diodę LED.

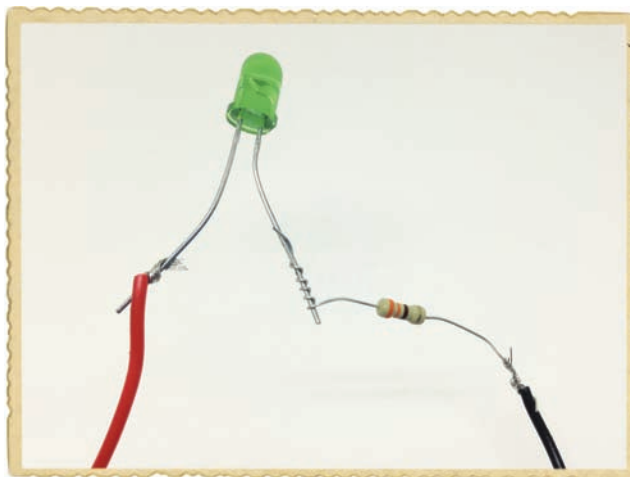
## Krok 1. Skręć złącza rezystora i diody LED

Pracę zacznij od połączenia krótszego złącza diody LED (katody) z jednym ze złączy rezystora. Nie ma znaczenia, które złącze rezystora wybierzesz. Okręć złącze rezystora wokół złącza diody LED.



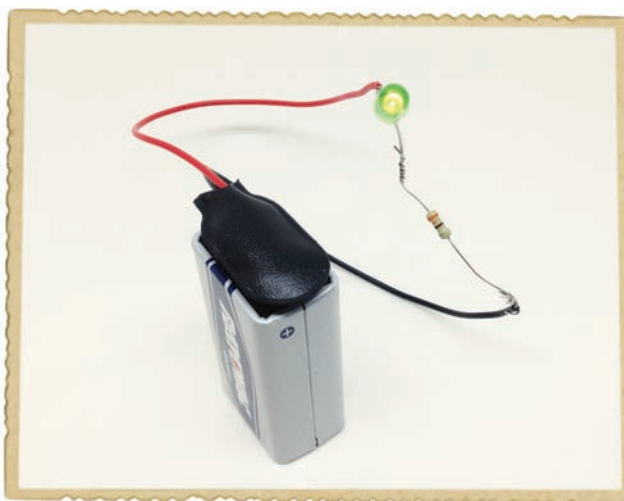
## Krok 2. Podłącz kable klipsa baterii

Okręć końcówkę czerwonego kabla klipsa baterii wokół dłuższego złącza diody LED, a następnie okręć końcówkę czarnego kabla klipsa baterii wokół wolnego złącza rezystora.



## Krok 3. Niech stanie się jasność!

Teraz załóż klips baterii na bieguny baterii. Twoja dioda LED powinna zacząć świecić!





## Krok 4. Co, jeżeli dioda LED nie działa?

Jeżeli Twoja dioda LED nie włącza się, odłącz projekt od baterii i upewnij się, że wszystko połączyłeś dokładnie tak, jak pisałem w krokach 1–3. Czasami pomocne może okazać się przeanalizowanie Twojego projektu przez jakąś inną osobę — poproś o to rodzica, krewnego lub przyjaciela.

Jeżeli połączenia wyglądają na wykonane poprawnie, a dioda LED wciąż nie świeci, sprawdź jeszcze raz, czy dioda nie jest podłączona odwrotnie. Każdy konstruktor obwodów elektronicznych przynajmniej raz w życiu podłączył diodę odwrotnie. Dłuższe złącze diody LED jest anodą, która w tym projekcie powinna być podłączona do dodatniego bieguna baterii.

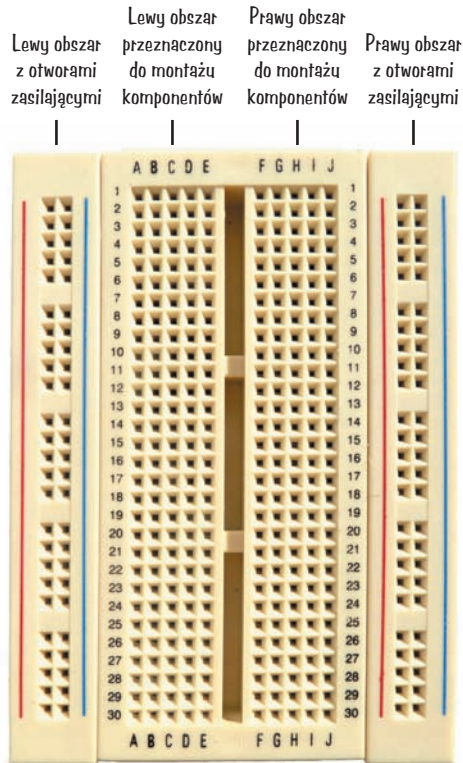
## ŁĄCZENIE OBWODÓW NA PŁYTCIE PROTOTYPOWEJ

Dotychczas łączyłeś komponenty za pomocą taśmy lub skręcałeś ze sobą ich złącza, ale techniki te nie sprawdzą się podczas pracy nad obwodami złożonymi z więcej niż kilku komponentów. Na szczęście pracę z komponentami możesz sobie ułatwić za pomocą **plytki prototypowej**. Płytki prototypowe są wyposażone w otwory, w które możesz wkładać złącza komponentów tworzących obwód. Po skończonej pracy możesz wymontować komponenty z płytki i zastosować je w innym projekcie!

### Podłączanie komponentów i kabli

Wewnątrz płytki prototypowej znajdują się metalowe paski, które łączą w określony sposób otwory widoczne na zewnątrz płytki. Przyjrzyjmy się płytce zawierającej cztery obszary z otworami — dwa obszary otworów zasilających i dwa obszary przeznaczone do montażu komponentów.

W obszarach zasilających umieszczonych po obu stronach płytki wszystkie otwory znajdujące się we wspólnej kolumnie są ze sobą połączone. Do kolumn oznaczonych kolorem czerwonym zwykle będziesz podłączał dodatnie bieguny **źródeł prądu** takich jak np. stosowane dotychczas baterie, a do kolumn oznaczonych kolorem niebieskim będziesz zwykle podłączał ujemne bieguny tych źródeł. W tej książce kolumnę oznaczoną czerwoną linią będę określał mianem **dodatniej szyny zasilającej**, a kolumnę oznaczoną niebieską linią będę określał mianem **ujemnej szyny zasilającej**.



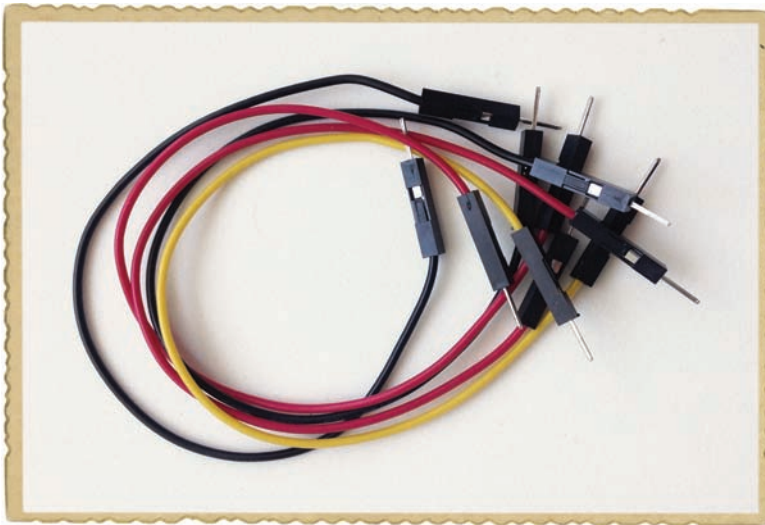
W obszarach przeznaczonych do montażu komponentów połączone są ze sobą wszystkie otwory znajdujące się w tym samym wierszu, natomiast otwory znajdujące się w tej samej kolumnie nie są ze sobą połączone. Lewy i prawy obszar są od siebie oddzielone — nie ma pomiędzy nimi połączenia. W związku z tym otwory A, B, C, D i E znajdujące się w pierwszym rzędzie są ze sobą połączone, otwory F, G, H, I i J znajdujące się w tym samym rzędzie są również ze sobą połączone, ale otwory E i F nie są ze sobą połączone elektrycznie.

Aby zamontować komponent na płycie prototypowej, wystarczy go wsunąć w otwory znajdujące się w miejscach, w których chcesz go wpiąć. Na przykład, gdybyś chciał połączyć jedno złącze rezystora z dodatnim złączem diody LED, musiałbyś umieścić wspomniane złącza w tym samym rzędzie lewego lub prawego obszaru przeznaczonego do montażu komponentów. Jeżeli jakieś dwa złącza komponentów nie powinny być ze sobą połączone, to wystarczy się upewnić, że znajdują się one w dwóch różnych rzędach otworów obszaru przeznaczonego do montażu komponentów lub po prostu w dwóch różnych obszarach komponentów.

## Kable używane do pracy z płytką prototypową

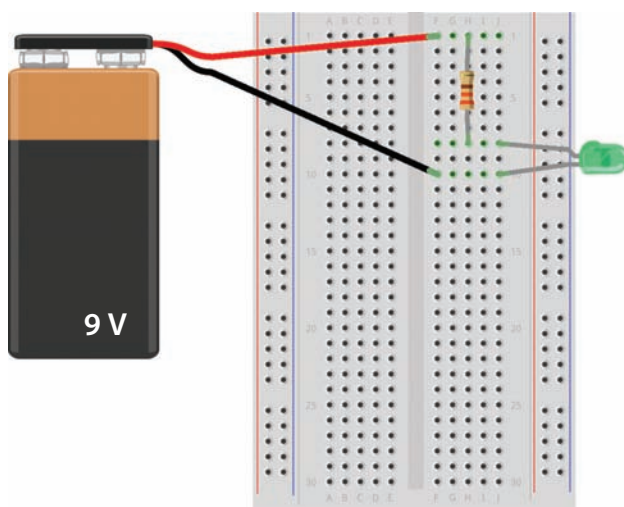
Podczas tworzenia obwodów będziesz chciał łączyć ze sobą różne rzędy otworów płytki prototypowej. Połączenia takie można wykonywać za pomocą kabli, ale nie wszystkie kable się do tego nadają. Po pierwsze, kabel taki musi być na tyle sztywny, abyś mógł go wepchnąć w otwór płytki bez zginania. Grubość kabla powinna pozwalać na włożenie go w otwór do końca, a także sprawiać, że kabel nie będzie samoczynnie z tego otworu wypadał. Najlepiej nadają się do tego kable typu *drut*, ponieważ pod ich izolacją kryje się pojedynczy, gruby drut, a nie splot małych drucików. Grubość kabli zależy od wybranej płytki, ale kable o średnicy 0,4–0,7 mm powinny współpracować z większością płytek. Grubość kabli może być również wyrażona za pomocą pola ich przekroju w mm<sup>2</sup> (amerykańscy producenci posługują się znormalizowanymi średnicami AWG). Możesz kupić kable, pociąć je i zdjąć izolację z ich końców lub pokusić się o zakup gotowych kabli przygotowanych do pracy z płytką prototypową.

Innym rozwiązaniem jest zakup *przewodów połączeniowych* przeznaczonych do pracy z płytkami stykowymi. Są one wyposażone w sztywne końcówki, które można z łatwością podłączać do otworów płytki prototypowej. Jeżeli masz zamiar wykonać wiele obwodów na płytce prototypowej (naprawdę warto, abyś to zrobił!), zakup zestawu takich kabli z pewnością ułatwi Ci życie.



## PROJEKT 9. TWÓJ PIERWSZY OBWÓD WYKONANY NA PŁYTCIE PROTOTYPOWEJ

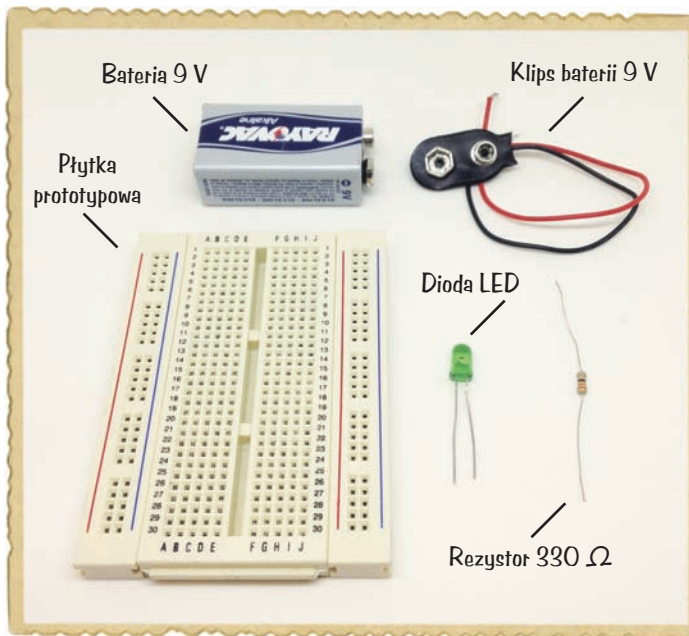
Wykonaj swój pierwszy obwód na płytce prototypowej! Będziemy pracować nad obwodem ze świecą diodą LED podobnym do tego, który został opisany w sekcji „Projekt 8. Zasilanie diody LED”, ale tym razem wykonamy go na płytce prototypowej. Nie będziemy korzystać z szyn zasilających płytki prototypowej, ponieważ projekt jest na tyle prosty, że łatwiej jest go wykonać, pracując tylko w obszarze komponentów.



### Lista zakupów

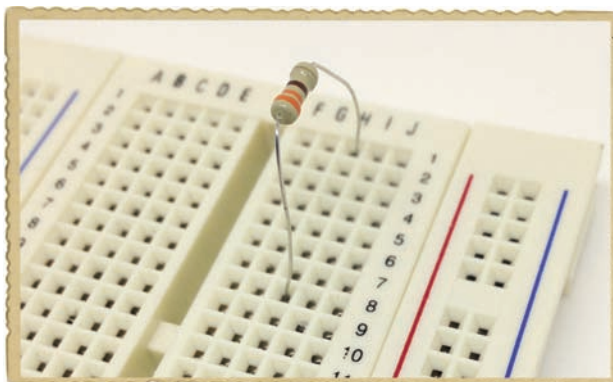
- ▶ **Płytki prototypowa** (np. #20601 w katalogu Jameco, #CN329 w katalogu Bitsbox, #PLY-00056 w katalogu Botland) zawierająca przynajmniej 30 rzędów otworów.
- ▶ **Standardowa bateria 9 V** do zasilania obwodu.
- ▶ **Klips baterii 9 V** (np. #11280 w katalogu Jameco, #BAT033 w katalogu Bitsbox, #AKC-00416 w katalogu Botland) pozwalający na podłączenie baterii do obwodu.
- ▶ **Standardowa dioda LED** (np. #34761 w katalogu Jameco, #OP003w w katalogu Bitsbox; #LED-00218 w katalogu Botland).
- ▶ **Rezystor 330  $\Omega$**  (np. rezystory o tej wartości znajdziesz pod numerami #661386 w katalogu Jameco, #CR25330R w katalogu Bitsbox; #PAS-04544 w katalogu Botland; zestawy wielu różnych rezystorów znajdziesz pod numerami #2217511

w katalogu Jameco, #K017 w katalogu Bitsbox; #PAS-04547 w katalogu Botland) ograniczający natężenie prądu płynącego przez diodę LED.



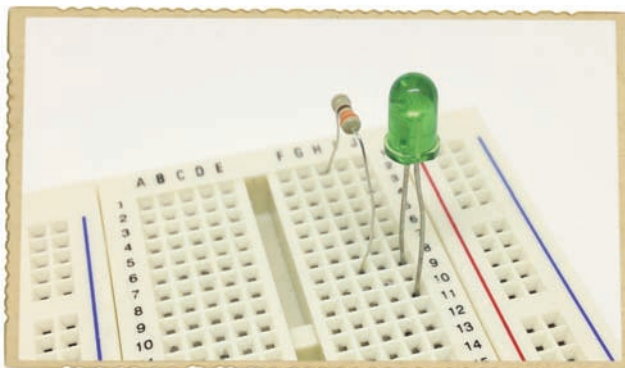
## Krok 1. Zamontuj rezystor

Pracę zacznij od włożenia jednego złącza rezystora w otwór znajdujący się w 1. rzędzie płytki i drugiego złącza rezystora w otwór 8. rzędu płytki.



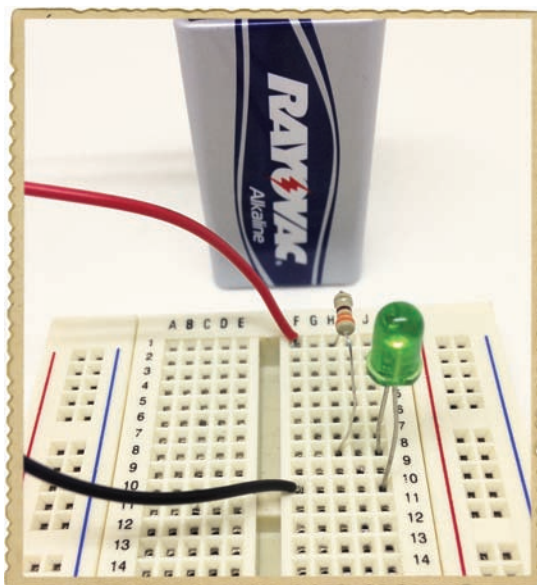
## Krok 2. Zamontuj diodę LED

Pamiętaj, że diody LED są spolaryzowane i muszą być podłączone do obwodu w określony sposób. Podłącz dłuższe złącze diody LED do 8. rzędu otworów płytki. W tym samym rzędzie znajduje się już złącze rezystora, a więc komponenty te są od teraz połączone. Drugie złącze diody LED podłącz do 10. rzędu otworów.



## Krok 3. Zamontuj klips baterii

Czas podłączyć baterię do diody i rezystora. Końcówkę czerwonego kabla klipsa baterii podłącz do 1. rzędu otworów, a końcówkę czarnego kabla podłącz do 10. rzędu otworów. Załóż klips na bieguny baterii. Twoja dioda LED powinna zacząć świecić!



## Krok 4. Co, jeżeli dioda LED nie działa?

Jeżeli Twoja dioda LED nie świeci, odłącz baterię od obwodu. Baterię należy odłączać od obwodu przed każdą jego modyfikacją. Sprawdź, czy krótsze złącze diody LED jest podłączone do ujemnego bieguna baterii.

Jeżeli Twoja dioda LED nie świeci, mimo że jest zwrócona we właściwym kierunku, to sprawdź, czy pozostałe komponenty obwodu są podłączone dokładnie tak, jak pisałem w krokach 1–3. Czy dłuższe złącze diody LED i jedno ze złączy rezystora znajdują się w 8. rzędzie otworów? Czy kabel dodatniego bieguna baterii jest podłączony do tego samego rzędu otworów co drugie złącze rezystora? Czy kabel ujemnego złącza baterii jest podłączony do 10. rzędu otworów — tego samego rzędu, do którego podłączone jest krótsze złącze diody LED? Poproś kogoś innego o to, aby przyjrzał się Twojemu obwodowi, być może on będzie potrafił znaleźć źródło problemu.

### CO DALEJ?

W tym rozdziale poznałeś dwa często spotykane komponenty — rezystor i diodę LED. Dowiedziałeś się, czym jest prawo Ohma i jak można je stosować w celu określenia wartości rezystancji, napięcia lub natężenia prądu. Wiedza ta tworzy fundament wielu zagadnień związanych z elektroniką, które zostaną przedstawione w kolejnych rozdziałach tej książki.

Ponadto nauczyłeś się korzystać z płytki prototypowej. To bardzo ważna umiejętność. Aby poćwiczyć budowę obwodów na płytce prototypowej, możesz zbudować na niej projekty opisane we wcześniejszych rozdziałach. Tym razem nie będziesz musiał korzystać z taśmy. Jak wykonać na bazie płytki prototypowej projekt 2., „Alarm przeciwwłamaniowy”?

W kolejnym rozdziale poznasz dwa nowe komponenty — kondensator i przekaźnik. Dowiesz się także, jak zbudować jeden z moich ulubionych obwodów: obwód migający światłem!





# SKOROWIDZ

## A

aktywacja alarmu, 17  
alarm antywłamaniowy,  
11, 108, 236  
algebra Boole'a, 214  
amper, 7  
anoda, 75  
ASCII, 201

## B

bajt, 192  
bateria, 55  
bezpieczne lutowanie,  
113  
bit, 192  
bramka logiczna, 215  
AND, 216  
NAND, 237  
NOR, 237  
NOT, 217  
OR, 216  
bramki logiczne  
negujące, 237  
brzęczyk, 12, 13  
budowanie silnika, 32  
budzik, 148

## C

częstotliwość sygnału,  
171  
wyjściowego timera,  
166  
czujnik, 136

## D

dioda LED, 58, 69, 74  
RGB, 195, 198  
DIP, 204  
domknięty obwód, 8

dren, 260  
działanie  
alarmu, 17, 156  
baterii, 55, 64  
czujnika, 142  
elektromagnesu, 30  
elektronicznej  
monety, 254  
generatora dźwięku,  
174  
gry, 200  
instrumentu, 183  
kondensatora, 90  
magnesu, 20  
 tranzystora, 134  
weryfikatora tajnego  
kodu, 234  
dzielnik napięcia, 176,  
148, 285  
dźwięk, 163

## E

elektroda, 55  
elektrolit, 55  
elektromagnes, 21, 23  
elektron, 6  
elektroniczna moneta  
do gry, 245, 254  
elektryczność, 3

## F

fotorezystor, 145, 149

## G

generator  
prądu, 45, 54  
wstrząsowy, 49  
generowanie  
dźwięku, 13, 163, 167

migającego światła,  
89  
prądu elektrycznego,  
42  
światła, 69  
głośnik, 163, 181  
gra  
testująca refleks,  
259, 265, 279  
w zgadywanie  
kolorów, 194  
grot lutownicy, 115

## I

identyfikacja złączy  
przełącznika, 103  
instrument sterowany  
ruchem, 183

## K

katoda, 75  
knot rozlutowniczy, 126  
kod  
ASCII, 201  
paskowy rezystorów,  
70, 282  
kondensator, 90  
ładowanie, 94  
pojemność, 92  
testowanie, 92  
kondensatory  
niespolaryzowane, 91  
spolaryzowane, 91  
konfigurowanie budzika,  
155  
konstrukcja nośna  
silnika, 36  
konwersja  
liczb, 190

konwersja  
równania logicznego,  
219

## L

liczby binarne, 201  
licznik dziesiętny, 262,  
271  
logika, 214  
lutowanie, 112, 118, 122  
lutownica, 114

## Ł

ładowanie  
kondensatora, 94

## M

magnesy, 19, 20  
dyskowe, 34  
lodówkowe, 20  
mechanizm  
wyświetlania  
kolorów, 199  
miernik, 54  
migające światło, 89, 99,  
101  
multimetr, 47, 50  
muzyka, 175

## N

napięcie prądu, 6, 57  
natężenie  
światła, 148  
prądu elektrycznego,  
7  
negujące bramki  
logiczne, 237  
nota aplikacyjna, 103

## O

obliczanie  
napięcia, 147  
rezystancji, 78  
obwody logiczne, 212,  
218  
obwód, 8  
dzielnika napięcia,  
285  
oscylatora, 246, 248  
włączający diody  
LED, 251  
wykrywający dotyk,  
136  
ochrona diody LED, 77  
ogniwa, 62  
om, 7, 70  
operacje logiczne, 215  
opis obwodów, 95  
opór elektryczny, 7, 70  
oscylator, 246  
oznaczenia  
kondensatorów, 283

## P

pamięć, 239, 241  
płytki prototypowe, 81  
obwód, 84  
podłączanie  
komponentów, 81  
multimetru, 52  
przełącznika, 28  
pojemność  
kondensatorów, 92  
pole  
czułe na dotyk, 141  
magnetyczne, 20  
połączenie szeregowo,  
62  
pomiar  
napięcia prądu, 47,  
50  
natężenia światła,  
148

potencjometr, 145, 179  
prawo Ohma, 73, 285  
prąd elektryczny, 7  
kolektora, 222  
przemienny, 48  
stały, 48  
prądnicza, 45  
prędkość ruchu światła,  
260  
przedrostki, 284  
przekątnik, 97  
przełącznik, 10, 25, 28  
przyciskowy, 178,  
205  
typu DIP, 204, 206  
przerzutnik, 263  
bistabilny, 242  
typu RS, 240

## R

rezystancja, 70  
rezystor, 70, 77  
o zmiennej  
rezystancji, 144  
rozlutowywanie, 125  
równanie logiczne, 218

## S

schemat, 96  
konfiguracji, 103  
silnik, 31  
jako generator  
prądu, 54  
konstrukcja nośna,  
36  
uruchamianie, 38  
spowalnianie błysków,  
100  
sprawdzanie działania  
alarmu, 17, 156  
baterii, 64  
czujnika, 142  
elektromagnesu, 30

elektronicznej  
  monety, 254  
generatora dźwięku,  
  174  
gry, 200  
instrumentu, 183  
obwodu diody LED,  
  124  
weryfikatora tajnego  
  kodu, 234  
stabilność pracy  
  obwodów, 227  
sterowanie diodą LED,  
  134  
stojak na lutownicę, 119  
stosowanie bramek  
  logicznych, 220  
sygnał  
  CLK, 243  
  resetujący, 172  
  wyjściowy  
    przerzutnika, 244  
  zegarowy, 242  
symbol  
  baterii, 96  
  masy, 259  
  napięcia zasilającego,  
    259  
  przełącznika, 96  
  przerzutnika  
    bistabilnego, 244  
syntezator, 175  
system binarny, 188  
szczypce boczne, 13  
szyfrowanie wiadomości,  
  202

**T**  
termistor, 157  
testowanie  
  ciągłości obwodu, 276  
  kondensatora, 92  
timer 555, 164, 177, 270  
tolerancja, 71  
 tranzystor, 132  
  jako przełącznik, 133  
  polowy, 260  
sterowanie diodą LED,  
  134  
tworzenie  
  elektromagnesu, 22  
  elektryczności, 46  
  obwodów, 83  
  obwodów logicznych,  
    212  
  wirnika, 35

**U**  
układ  
  pamięci, 241  
  scalony 74LS04, 228  
  scalony 74LS08, 225  
układy scalone, 162  
uruchamianie  
  instrumentu, 182  
  silnika, 38

**W**  
weryfikator tajnego  
  kodu, 223  
wirnik, 33, 35  
włącznik, 180  
  światła, 4  
wolt, 6  
wykrywanie  
  dotyku, 136  
  światła, 148  
wyświetlanie koloru,  
  198

**Z**  
zapisywanie  
  pojedynczego bitu,  
    240  
zasilacz sieciowy, 225  
zasilanie  
  diody LED, 78  
  układu scalonego,  
    164  
złącza  
  przełącznika, 98, 103  
  tranzystora, 132  
zmienianie szybkości  
  ruchu światła, 278  
zmiennne pole  
  magnetyczne, 44

**Ż**  
żarówka, 4



# PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



- 1. ZAREJESTRUJ SIĘ**
- 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI**
- 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ**

Zmień swoją stronę WWW  
w działający bankomat!

**Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!**

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

# ELEKTRONIKA – NAJLEPSZA ZABAWA



Większość dzieci interesuje się fascynującym światem urządzeń elektrycznych. Obserwują, jak działa żarówka, zdalnie sterowany samochód czy odtwarzacz muzyki. Kiedy mały odkrywca postanawia sprawdzić, co kryją one w środku, często ofiarą tej nieopohamowanej ciekawości pada jakiś gadżet. Warto pokazać najmłodszym, że elektronika najwięcej radości (i wiedzy!) daje wtedy, gdy zbuduje się coś własnymi rękoma! Właśnie konstruowanie coraz to bardziej skomplikowanych obwodów jest wyjątkowo wciągające i daje wielką satysfakcję.

Niniejsza książka jest przeznaczona dla młodych i nieco starszych pasjonatów elektroniki. Przedstawiono tu spory zbiór praktycznych projektów do samodzielnego wykonania, które uzupełniono wyjaśnieniami zagadnień teoretycznych. Nie zabrakło wskazówek dotyczących wyboru komponentów, wskazano także miejsca, w których można je zakupić. Dzięki własnoręcznemu budowaniu obwodów i badaniu ich działania zrozumienie zachodzących przy tym zjawisk fizycznych przychodzi właściwie automatycznie. Zaproponowane projekty są bardzo różnorodne: od najprostszych obwodów elektrycznych po dość złożone układy elektroniczne.

## Z tą książką zbudujesz między innymi:

- elektromagnes i silnik elektryczny
- generator prądu i baterię
- obwód wykrywający dotyk i budzik wykrywający wschód słońca
- maszynę do szyfrowania wiadomości
- grę do testowania refleksu gracza

## ØYVIND NYDAL DAHL

pokochoł elektronikę w wieku 14 lat, kiedy zbudował swój pierwszy obwód. Współpracował z wieloma różnymi firmami przy wdrażaniu nowych technologii związanych z elektroniką, prowadził również warsztaty szkoleniowe z zakresu elektroniki. Był wyróżniany przez takie magazyny, jak „Wall Street Journal”, „Lifehacker” czy „GeekDad”. Chętnie dzieli się swoją wiedzą: prowadzi bloga (<http://www.build-electronic-circuits.com/>), na którym opublikował wiele artykułów, poradników i materiałów wideo.

## Helion

księgarnia internetowa



<http://helion.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

Helion SA  
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice  
tel.: 32 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)  
<http://helion.pl>

Sprawdź najnowsze promocje:  
• <http://helion.pl/promocje>  
Książki najchętniej czytane:  
• <http://helion.pl/bestsellery>  
Zamów informacje o nowościach:  
• <http://helion.pl/nowosci>

ISBN 978-83-283-3258-4



9 788328 332584

cena: 39,90 zł

sięgnij po WIĘCEJ



Informatyka w najlepszym wydaniu

WOD NDRZYŃSKI

