W prostocie tkwi siła

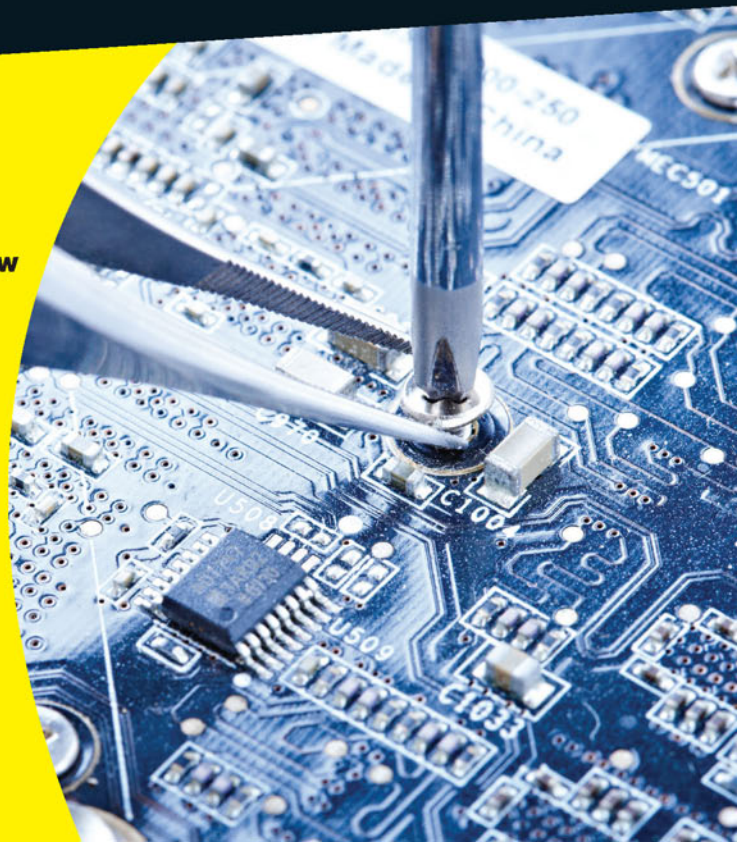
Wydanie III

Elektronika DLA BYSTRZAKÓW™

Dowiedz się, jak:

- **sterować przepływem prądu za pomocą rezystorów, kondensatorów i półprzewodników**
- **czytać schematy układów elektronicznych**
- **mierzyć natężenie, napięcie i opór prądu**
- **tworzyć miniaturowe klawiatury błyskające lampy LED do roweru, alarmy i wiele więcej**

W KOLORZE!



septem
septem.pl

Cathleen Shamieh

Tytuł oryginału: Electronics For Dummies, 3rd Edition

Tłumaczenie: Łukasz Piwko

ISBN: 978-83-283-2764-1

Original English language edition Copyright © 2015 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.
This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

Oryginalne angielskie wydanie Copyright © 2015 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
Wszelkie prawa, włączając prawo do reprodukcji całości lub części w jakiejkolwiek formie, zarezerwowane. Tłumaczenie opublikowane na mocy porozumienia z Wiley Publishing, Inc.

Translation copyright © 2016 by Helion SA

Wiley, the Wiley Publishing Logo, For Dummies, Dla Bystrzaków, the Dummies Man logo, Dummies.com, Making Everything Easier, and related trade dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley & Sons, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries. Used by permission.

Wiley, the Wiley Publishing Logo, For Dummies, Dla Bystrzaków, the Dummies Man logo, Dummies.com, Making Everything Easier, i związana z tym szata graficzna są markami handlowymi John Wiley and Sons, Inc. i/lub firm stowarzyszonych w Stanach Zjednoczonych i/lub innych krajach. Wykorzystywane na podstawie licencji.

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 jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

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.

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://dlabystrzakow.pl/user/opinie/eleby3
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *dlabystrzakow@dlabystrzakow.pl*
WWW: *http://dlabystrzakow.pl*

Printed in Poland.

• Kup książkę
• Poleć książkę
• Oceń książkę

• Księgarnia internetowa
• Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

O autorce **13**
Podziękowania od autorki **15**
Wstęp **17**

Część I: Podstawy elektroniki *21*

Rozdział 1: Wprowadzenie do elektroniki 23

Czym jest elektronika? 24
Skąd się bierze prąd elektryczny? 24
Budowa atomu 25
Protony i elektrony jako nośniki ładunku 26
Przewodniki i izolatory 27
Wytwarzanie prądu przez uporządkowanie ruchu elektronów 27
Napięcie elektryczne 28
Niech moc będzie z Tobą 28
Dlaczego napięcie jest inne? 29
Jak zaprząc energię elektryczną do pracy? 30
Wykorzystywanie energii elektrycznej 30
Pracujące elektrony dostarczają moc 31
Kierowanie elektronów do miejsca przeznaczenia za pomocą obwodów elektronicznych 31
Dostarczanie energii elektrycznej 33
Pobieranie prądu stałego z baterii 33
Używanie prądu przemiennego z elektrowni 35
Zamiana światła w elektryczność 35
Symbole wykorzystywane do oznaczania źródeł energii 36
Co elektrony potrafią zrobić 37
Wytwarzanie dobrych wibracji 37
Zobaczyć znaczy uwierzyć 37
Wyczuwanie i alarmowanie 38
Sterowanie ruchem 38
Komputery 38
Dźwięk, obraz i komunikacja 38

Kup książkę Poleć książkę

Rozdział 2: Sprzęt dla początkującego elektronika 39
Potrzebne narzędzia 40
Gromadzenie zapasowych części 42
Przygotowanie do startu 46
Posługiwanie się płytką prototypową 46

Rozdział 3: Co w obwodach piszczy? 49
Obwody zamknięte i otwarte oraz zwarcia 49
Umowny kierunek przepływu prądu 52
Analiza prostego obwodu 52
Budowa obwodu z diodą LED 53
Mierzenie napięć 56
Mierzenie prądu 59
Obliczanie mocy 60

Rozdział 4: Tworzenie połączeń 63
Połączenia szeregowe i równoległe 64
Połączenia szeregowe 64
Połączenia równoległe 65
Włączanie i wyłączanie prądu 68
Sterowanie działaniem przełącznika 69
Nawiązywanie połączeń 70
Obwody mieszane 71
Włączamy zasilanie 74
Jak wyglądają układy elektroniczne? 75

Część II: Sterowanie prądem za pomocą elementów elektronicznych 79

Rozdział 5: Stawiamy opór 81
Ograniczanie przepływu prądu 82
Rezystory — bierne, ale potężne 83
Do czego służą rezystory? 83
Rodzaje rezystorów — stałe i zmienne 87
Moc znamionowa rezystorów 92
Łączenie rezystorów 94
Szeregowe łączenie rezystorów 94
Równoległe łączenie rezystorów 96
Kombinacje szeregowych i równoległych połączeń rezystorów 98

Rozdział 6: Przestrzeganie prawa Ohma 101
Prawo Ohma 101
Przepływ prądu mimo stawianego mu oporu 101
Wszystko jest proporcjonalne 102
Jedno prawo, trzy równania 103

Kup książkę Poleć książkę

Zastosowanie prawa Ohma do analizy obwodów ... 104
Obliczanie natężenia prądu płynącego przez element ... 104
Obliczanie wartości napięcia prądu w elemencie ... 105
Obliczanie rezystancji ... 107
Zobaczyć, aby uwierzyć, czyli prawo Ohma naprawdę działa! ... 107
Do czego tak naprawdę przydaje się prawo Ohma? ... 110
Analizowanie skomplikowanych obwodów ... 110
Projektowanie i modyfikowanie obwodów ... 112
Moc prawa Joule'a ... 113
Zastosowanie prawa Joule'a przy wyborze elementów elektronicznych ... 113
Joule i Ohm — doskonały duet ... 114

Rozdział 7: Kondensatory jako źródło energii ... 115

Kondensatory — zbiorniki na energię elektryczną ... 116
Ładowanie i rozładowywanie kondensatorów ... 117
Obserwowanie ładowania kondensatora ... 119
Przeciwstawianie się zmianom napięcia ... 122
Przepuszczanie prądu zmiennego ... 122
Do czego służą kondensatory ... 123
Charakterystyka kondensatorów ... 124
Definicja pojemności elektrycznej ... 124
Pilnowanie napięcia znamionowego ... 126
Wybór rodzaju (dielektryku) kondensatora ... 126
Rozmiary kondensatorów ... 126
Polaryzacja kondensatorów ... 127
Odczytywanie wartości kondensatorów ... 127
Kondensatory zmienne ... 129
Interpretowanie symboli kondensatorów ... 130
Łączenie kondensatorów ... 130
Równoległe łączenie kondensatorów ... 130
Szeregowe łączenie kondensatorów ... 131
Współpraca z rezystorami ... 132
Czas jest najważniejszy ... 132
Wyznaczanie stałej czasowej obwodu RC ... 134
Modyfikowanie stałej czasowej obwodu RC ... 135

Rozdział 8: Cewki indukcyjne ... 139

Niedalecy krewni — magnetyzm i elektryczność ... 140
Rysowanie linii za pomocą magnesu ... 140
Wytwarzanie pola magnetycznego za pomocą elektryczności ... 141
Indukcja prądu za pomocą magnesu ... 142
Cewka indukcyjna — zwój o magnetycznej osobowości ... 143
Mierzenie indukcyjności ... 144
Przeciwstawne zmiany prądu ... 144
Obliczanie stałej czasowej obwodu RL ... 145

Kup książkę Poleć książkę

Nadążanie (albo i nie!) za prądem przemiennym ... 146
Zmiana zachowania zależnie od częstotliwości ... 146
Zastosowania cewek indukcyjnych ... 147
Sposoby użycia cewek indukcyjnych w obwodach ... 148
Oznaczenia indukcyjności ... 148
Łączenie ekranowanych cewek indukcyjnych ... 149
Dostrajanie do stacji radiowych ... 149
Rezonans w obwodach RLC ... 149
Krystalicznie czysty rezonans ... 151
Oddziaływanie na elementy sąsiednie — transformatory ... 152
Co łączy nieekranowane cewki indukcyjne? ... 152
Izolowanie obwodów od źródła zasilania ... 153
Podwyższanie i obniżanie napięcia ... 153

Rozdział 9: W świecie diod ... 155

Przewodzić czy nie przewodzić? ... 155
Struktura półprzewodników ... 156
Półprzewodniki typu n i p ... 157
Tworzenie elementów przy użyciu kombinacji półprzewodników typów n i p ... 157
Diody złączowe ... 158
Polaryzacja diod ... 159
Przewodzenie prądu przez diodę ... 160
Wartości znamionowe diod ... 160
Identyfikacja diod ... 161
Którą stroną podłączać? ... 161
Zastosowanie diod w obwodach ... 162
Prostowanie prądu zmiennego ... 162
Regulowanie napięcia przy użyciu diod Zenera ... 163
Światło z diod LED ... 164
Włączanie diody LED ... 166
Inne zastosowania diod ... 169

Rozdział 10: Niesamowicie utalentowane tranzystory ... 171

Tranzystory — mistrzowie przełączania i wzmacniania sygnałów ... 172
Tranzystory bipolarne ... 173
Tranzystory polowe ... 174
Jak rozpoznać tranzystor? ... 175
Rewolucja półprzewodnikowa ... 176
Jak działają tranzystory? ... 176
Modelowanie działania tranzystorów ... 177
Posługiwanie się tranzystorem ... 178
Wzmacnianie sygnałów za pomocą tranzystorów ... 179
Polaryzacja tranzystora, aby działał jak wzmacniacz ... 180
Kontrolowanie wzmocnienia napięciowego ... 181
Konfiguracja obwodów wzmacniających z tranzystorami ... 181

Kup książkę Poleć książkę

Przełączanie sygnałów za pomocą tranzystorów ... 182
Wybór tranzystora ... 182
Najważniejsze parametry tranzystorów ... 183
Identyfikacja tranzystorów ... 183
Zdobywanie doświadczenia w pracy z tranzystorami ... 184
Wzmacnianie prądu ... 184
Przełącznik jest włączony! ... 186

Rozdział 11: Innowacyjne układy scalone ... 189

Dlaczego układy scalone? ... 190
Układy analogowe, cyfrowe i mieszane ... 191
Podejmowanie logicznych decyzji ... 191
Na początku był bit ... 192
Przetwarzanie danych przy użyciu bramek ... 193
Upraszczanie bramek przy użyciu tabel prawdy ... 195
Tworzenie elementów logicznych ... 197
Jak używać układów scalonych? ... 198
Identyfikacja układów scalonych według numerów części ... 198
Najważniejsza jest obudowa ... 198
Styki układów scalonych ... 200
Korzystanie z kart danych katalogowych ... 202
Posługiwanie się logiką ... 203
Światełko na końcu bramki NAND ... 203
Budowa bramki OR z trzech bramek NAND ... 205
Popularne rodzaje układów scalonych ... 206
Wzmacniacze operacyjne ... 206
Wehikuł czasu — układ 555 ... 208
Licznik dziesiętny 4017 ... 214
Mikrokontrolery ... 215
Inne popularne układy scalone ... 216

Rozdział 12: Wybieranie dodatkowych części ... 217

Łączenie elementów ... 218
Wybór rodzaju przewodów ... 218
Złącza ... 219
Zasilanie ... 220
Wyciskanie siódmych potów z baterii ... 221
Wykorzystanie energii słonecznej ... 224
Zasilanie z gniazdka ściennego (niezalecane) ... 224
Czujniki ... 226
Zobaczyć światło ... 227
Wychwytywanie dźwięku za pomocą mikrofonów ... 227
Wykrywanie ciepła ... 228
Inne rodzaje przetworników wejściowych ... 230
Efekt działania urządzeń elektronicznych ... 230

Kup książkę Poleć książkę

Głos głośników ... 231
Brzęczenie brzęczyków ... 232
Silniki prądu stałego ... 233

Część III: Żarty się skończyły ... 235

Rozdział 13: Urządzanie warsztatu i dbanie o bezpieczeństwo ... 237

Wybór miejsca na warsztat ... 238
Podstawowe wyposażenie warsztatu ... 238
Stół warsztatowy ... 239
Gromadzenie narzędzi i materiałów ... 239
Polowanie na miernik uniwersalny ... 240
Sprzęt do lutowania ... 241
Gromadzenie narzędzi ręcznych ... 242
Szmatki i środki czyszczące ... 243
Środki smarne ... 244
Materiały klejące ... 245
Inne narzędzia i materiały ... 246
Zaopatrywanie się w części zapasowe ... 247
Płytki stykowe ... 247
Zestaw początkowy ... 248
Wyposażenie dodatkowe ... 249
Przechowywanie części ... 250
Ochrona zdrowia i elementów elektronicznych ... 250
Elektryczność może być naprawdę niebezpieczna ... 251
Bezpieczne lutowanie ... 254
Unikanie wyładowań elektrostatycznych jak zarazy ... 255

Rozdział 14: Interpretowanie schematów ... 259

Co to jest schemat i do czego służy? ... 259
Spojrzenie z szerokiej perspektywy ... 260
Połączenia są najważniejsze ... 261
Prosty obwód z baterią ... 262
Insygnia mocy ... 262
Wskazywanie źródła napięcia ... 263
Oznaczanie masy ... 264
Oznaczanie elementów elektronicznych ... 265
Analogowe elementy elektroniczne ... 267
Elementy cyfrowe i układy scalone ... 268
Pozostałe elementy ... 270
Miejsca dokonywania pomiarów ... 271
Analiza schematu ... 272
Inne standardy symboli elementów elektronicznych ... 273

Kup książkę Poleć książkę

Rozdział 15: Budowa układów elektronicznych 275

Płytki stykowe 276
Szczegóły budowy płytki stykowej 277
Rozmiary płytek stykowych 279
Konstruowanie układów elektronicznych z wykorzystaniem płytek stykowych 279
Przygotowywanie części i narzędzi 279
Przygotowywanie łączówek na zapas 280
Topografia układu 281
Zapobieganie uszkodzeniom 284
Podstawy lutowania 284
Przygotowywanie do lutowania 284
Technika lutowania 285
Sprawdzanie jakości połączenia 287
Rozlutowywanie 287
Postępowanie po zakończeniu lutowania 288
Bezpieczeństwo w czasie lutowania 288
Łączenie elementów na stałe 289
Rodzaje płytek drukowanych 289
Budowanie układu na płytce perforowanej 289
Wykonywanie własnej płytki obwodu drukowanego 292

Rozdział 16: Wykonywanie pomiarów miernikiem uniwersalnym 293

Niezwykłe możliwości małego miernika uniwersalnego 294
Ależ to jest przecież woltomierz! 295
To także amperomierz! 295
Omomierz też! 296
Rodzaje mierników uniwersalnych 296
Analogowy czy cyfrowy? 297
Multimetr cyfrowy 298
Wybór zakresu pomiaru 299
Kalibracja miernika uniwersalnego 301
Posługiwanie się miernikiem uniwersalnym 302
Pomiar napięcia prądu 303
Pomiar natężenia prądu 304
Pomiar rezystancji 305
Inne rodzaje prób 311
Sprawdzanie obwodów miernikiem uniwersalnym 311

Rozdział 17: Składanie projektów w całość 313

Potrzebne części 314
Migacz z diod LED 314
Podstawowe informacje o obwodzie migacza 315
Budowa układu migacza 316
Sprawdzanie gotowego obwodu 318
Konstrukcja migacza rowerowego 319

Kup książkę Poleć książkę

Wykrywanie intruzów za pomocą alarmu światłoczułego ... 320
Lista części do budowy świetlnego alarmu ... 322
Praktyczne zastosowania alarmu ... 322
Muzyka w skali C-dur ... 323
Odstraszanie intruzów syreną ... 325
Potrzebne części ... 325
Zasada działania alarmu ... 326
Wzmacniacz dźwięku z regulacją głośności ... 327
Samochodowy migacz ... 328
Budowa układu 1. ... 330
Sterowanie światłami ... 330
Budowa układu 2. ... 331
Sygnalizacja świetlna ... 332

Część IV: Dekalogi ... 337

Rozdział 18: Dziesięć sposobów na poszerzenie horyzontów ... 339

Obwody z internetu ... 339
Gotowe projekty elektroniczne ... 340
Symulowanie układów elektronicznych ... 340
Badanie sygnałów przemiennych ... 340
Liczenie megaherców ... 341
Generowanie różnych rodzajów sygnałów ... 341
Podstawy architektury komputerów ... 341
Mikrokontrolery ... 341
Raspberry Pi ... 342
Praktyka czyni mistrza ... 342

Rozdział 19: Dziesięć najpopularniejszych sklepów z częściami elektronicznymi ... 343

Polska ... 343
Aprovi ... 343
AVT ... 344
Centrum Elektroniki ... 344
Cyfronika ... 344
Elfa Distrelec ... 344
Allegro ... 344
Poza Polską ... 344
RadioShack ... 344
All Electronics ... 345
Farnell ... 345
Parts Express ... 345
Dyrektywa RoHS ... 345
Nowe, używane czy z wyprzedaży? ... 345

Słowniczek ... 347

Skorowidz ... 357

Kup książkę Poleć książkę

5

Stawiamy opór

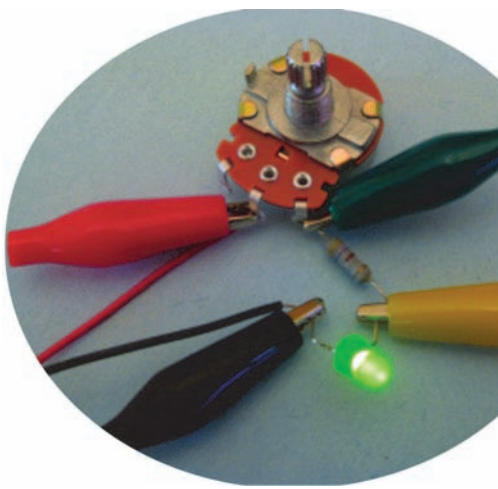
W tym rozdziale:

- Wykorzystanie rezystancji do własnych celów
- Zmienianie siły rezystancji
- Wytwarzanie rezystancji o wybranej wartości
- Dlaczego diody LED potrzebują rezystorów

Jeśli wrzucisz kulkę do piaskownicy, to potoczy się ona niezbyt daleko. Gdyby jednak tę samą kulkę rzucić na zamarznięte jezioro, to zanim by się zatrzymała, przebyłaby szmat drogi. W obu przypadkach do zatrzymania kulki dochodzi w wyniku działania siły mechanicznej nazywanej tarciem — na piasku tarcie jest znacznie większe niż na lodzie.

Rezystancja w elektronice w dużym stopniu przypomina tarcie mechaniczne — hamuje elektrony (te małe cząstki, które tworzą prąd) poruszające się wewnątrz materiału przewodzącego.

Z tego rozdziału dowiesz się, czym dokładnie jest rezystancja, gdzie można na nią trafić (wszędzie) oraz jak można ją wykorzystać do własnych celów poprzez dobór odpowiednich **rezystorów** (elementów służących do kontrolowanego zwiększania rezystancji) do swoich układów elektronicznych. Następnie dowiesz się, jak za pomocą rezystorów kontrolować prąd w obwodach. Potem zbudujesz i zbadasz kilka obwodów z użyciem rezystorów i diod LED. A na koniec dowiesz się, dlaczego rezystory są tak bardzo ważne — i co się stanie, gdy jakiś ważny rezystor pójdzie na wagary.



Kup książkę Poleć książkę

Ograniczanie przepływu prądu

Rezystancja to wielkość charakteryzująca opór, jaki dany przedmiot stawia przepływającemu prądowi. Mimo iż brzmi to groźnie, to w rzeczywistości można ją wykorzystać do własnych celów. Dzięki rezystancji możliwe jest wytwarzanie ciepła i światła, zmniejszanie przepływu prądu, gdy jest to konieczne, oraz dostarczanie do urządzeń prądu o odpowiednim napięciu. Kiedy na przykład elektrony płyną przez żarnik żarówki, napotykają tak duży opór, że znacznie zwalniają. Gdy przedzierają się między atomami żarnika, atomy te gwałtownie się ze sobą zderzają, wydzielając ciepło, które wytwarza światło żarówki.

Wszystko stawia przepływającym elektronom jakiś opór, nawet najlepsze przewodniki (w istocie istnieje pewna grupa materiałów, które nie stawiają żadnego oporu, nazywają się one **nadprzewodnikami**, ale swoje właściwości zyskują dopiero w bardzo niskich temperaturach i w tradycyjnej elektronice ich się nie używa). Im wyższa rezystancja, tym bardziej ograniczony przepływ prądu.

Co decyduje o poziomie rezystancji danego przedmiotu? Ma na to wpływ kilka czynników:

- ✓ **Rodzaj materiału** — niektóre materiały pozwalają swoim elektronom swobodnie się poruszać, a inne trzymają je ściśle na miejscu. Siła, z jaką dany materiał stawia opór przepływającym elektronom, określa jego rezystywność (opór właściwy). **Rezystywność** to cecha materiału odzwierciedlająca jego chemiczną strukturę. Przewodniki stawiają względnie niski opór elektryczny, a izolatory — wysoki.
- ✓ **Przekrój materiału** — rezystancja zmienia się odwrotnie w stosunku do pola powierzchni przekroju przewodnika, tzn. im większa średnica, tym mniejsza rezystancja, ponieważ elektronom łatwiej jest się poruszać. Pomyśl o wodzie przepływającej przez rurę — im szersza rura, tym łatwiej wodzie płynąć. Z tego wynika, że miedziany drut o dużej średnicy stawia mniejszy opór elektryczny niż drut miedziany o małej średnicy.
- ✓ **Długość materiału** — im dłuższy materiał, tym większy stawia opór, ponieważ na większej długości dochodzi do większej liczby zderzeń elektronów z innymi cząstkami. Rezystancja rośnie wraz ze wzrostem długości przewodnika.
- ✓ **Temperatura** — w większości materiałów podwyższenie temperatury powoduje zwiększenie oporu elektrycznego. Jest to związane z tym, że w wyższych temperaturach cząstki mają większą energię, przez co dochodzi do znacznie większej liczby zderzeń między nimi, co spowalnia ruch elektronów. Wyjątkiem od tej reguły jest rezystor nazywany **termistorem** — stawiany przez niego opór elektryczny zmniejsza się w przewidywalny sposób wraz ze wzrostem temperatury (nietrudno sobie wyobrazić, jak bardzo ta cecha jest przydatna w układach czujników temperatury). Termistory opisaliśmy w rozdziale 12.

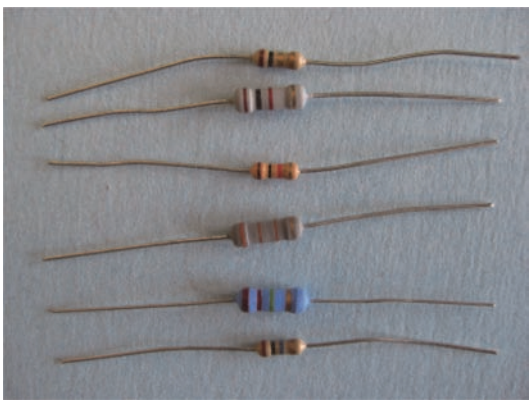
Rezystancję w obwodzie elektronicznym oznacza się symbolem **R**. Czasami obok symbolu może znajdować się dodatkowy napis w indeksie dolnym, określający, o którego elementu rezystancję chodzi, np. $R_ż$ może oznaczać rezystancję żarówki w obwodzie. Jednostką rezystancji jest **om**, a jej symbolem jest grecka litera omega (Ω). Im większa wartość omegi, tym wyższa rezystancja.

Kup książkę Poleć książkę

Om jest bardzo małą jednostką oporu elektrycznego i dlatego w większości przypadków do określania rezystancji używa się bardzo dużych wartości, np. **kiloomów** (połączenie wyrazów „kilo" i „om"), czyli tysiąc omów (symbol kΩ), i **megaomów** (połączenie wyrazów „mega" i „om"), czyli milion omów (symbol MΩ). Podsumowując, 1 kΩ = 1000 Ω, a 1 MΩ = 1 000 000 Ω.

Rezystory — bierne, ale potężne

Rezystory to bierne elementy elektroniczne, które są specjalnie zaprojektowane tak, aby stawiały określony opór elektryczny (np. 470 Ω albo 1 kΩ — rysunek 5.1).



Rysunek 5.1. Rezystory mają różne rozmiary i wartości znamionowe

Mimo iż za pomocą rezystora nie zwiększysz prądu ani nie zmienisz jego kierunku, to w istocie jest to bardzo potężne małe urządzenie, ponieważ pozwala ograniczać przepływ prądu w przewidywalny sposób. Odpowiednio dobierając i rozmieszczając rezystory w różnych miejscach obwodu, możesz zdecydować, jaka ilość prądu będzie przesłana do jego poszczególnych części.

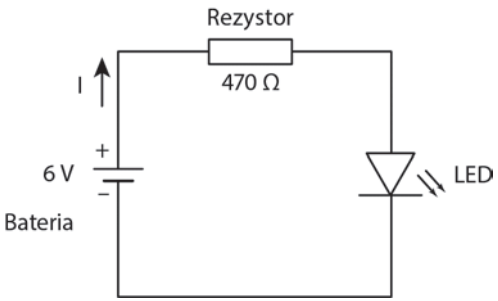
Do czego służą rezystory?

Ze względu na swoją prostotę i wszechstronność rezystory należą do najpopularniejszych elementów elektronicznych. Najczęściej używa się ich do ograniczania ilości prądu przepływającego przez obwód, ale za ich pomocą można także kontrolować napięcie dostarczane do wybranej części obwodu oraz tworzyć obwody czasowe.

Ograniczanie przepływu prądu

Na rysunku 5.2 przedstawiona jest 6-woltowa bateria zasilająca diodę LED. Prąd do diody płynie przez rezystor oznaczony prostokątem. Diody LED (a także wiele innych części elektronicznych) pożerają prąd tak, jak dzieci cukierki — próbują wchłonąć tyle, ile tylko dadzą radę. Diody mają jednak pewną wadę — jeśli pobiorą zbyt dużo prądu, to ulegają spaleniu. Rezystor pełni w takim przypadku bardzo pożyteczną funkcję, gdyż ogranicza ilość prądu przesyłanego do diody (tak jak dobry rodzic ogranicza ilość cukierków dziecku).

Kup książkę Poleć książkę



Rysunek 5.2. Rezystor ogranicza ilość prądu wpływającego do delikatnej diody elektroluminescencyjnej

Zbyt duży prąd może zniszczyć wiele elementów elektronicznych, takich jak tranzystory (opisane w rozdziale 10.) czy układy scalone (opisane w rozdziale 11.). Umieszczając rezystor przed delikatną częścią, ograniczamy ilość prądu, jaka do niej dociera (lecz jeśli użyjesz za dużego rezystora, np. 1 MΩ, czyli 1 000 000 omów, to nie zobaczysz światła, chociaż zostanie ono wytworzone!). Ten prosty zabieg pozwoli Ci zaoszczędzić mnóstwo pieniędzy i czasu, który musiałbyś poświęcić na wymianę uszkodzonych elementów obwodów.

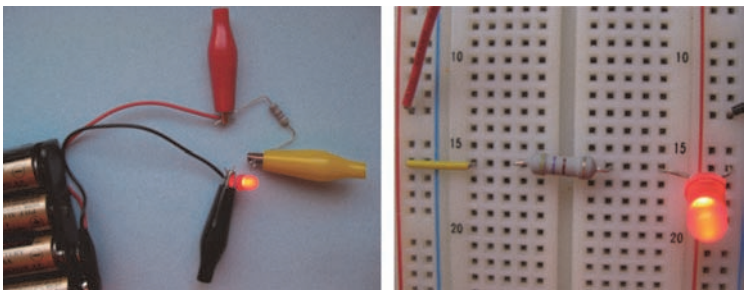
Ograniczanie przepływu prądu przez rezystory można zaobserwować w przedstawionym na rysunku 5.2 obwodzie, wstawiając do niego rezystory o różnych wartościach. W sekcji „Odczytywanie wartości rezystorów stałych" znajdziesz opis kolorowych kodów paskowych umieszczanych na tych elementach, dzięki czemu nauczysz się rozpoznawać ich rezystancję. Na razie podaję tylko, jak powinny wyglądać te, których potrzebujesz w tej chwili.

Oto elementy potrzebne do zbudowania obwodu z rezystorem i diodą LED:

- ✓ Cztery baterie 1,5 V AA
- ✓ Jedna oprawa na cztery baterie AA
- ✓ Jeden klips do podłączania baterii
- ✓ Jeden rezystor 470 Ω (kod paskowy: żółty, fioletowy, brązowy oraz na końcu pasek złoty, srebrny, czarny, brązowy lub czerwony)
- ✓ Jeden rezystor 4,7 kΩ (kod paskowy: żółty, fioletowy, czerwony oraz czwarty pasek w dowolnym kolorze)
- ✓ Jeden rezystor 10 kΩ (kod paskowy: brązowy, czarny, pomarańczowy oraz czwarty pasek w dowolnym kolorze)
- ✓ Jeden rezystor 47 kΩ (kod paskowy: żółty, fioletowy, pomarańczowy oraz czwarty pasek w dowolnym kolorze)
- ✓ Jedna dioda LED (dowolnego rozmiaru i koloru)
- ✓ Trzy izolowane zaciski szczękowe *lub* jedna płytka prototypowa

Zbuduj obwód przy użyciu zacisków szczękowych lub płytki prototypowej (rysunek 5.3), używając na początek rezystora 470 Ω. Pamiętaj, aby prawidłowo podłączyć diodę, tzn. krótszym wyprowadzeniem do ujemnego styku baterii. Sposób podłączenia rezystora nie ma znaczenia. Zwróć uwagę, jak jasno świeci dioda. Następnie wyjmij

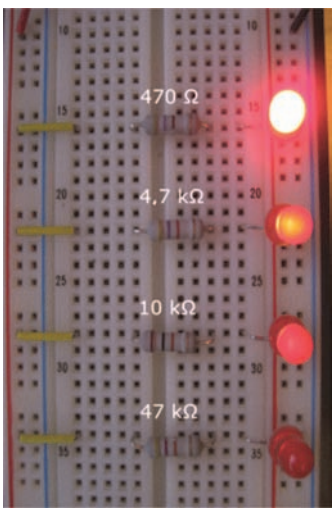
Kup książkę Poleć książkę



Rysunek 5.3. Dwa sposoby budowania obwodu z rezystorem i diodą LED

rezystor i w jego miejsce włóż następny w kolejności poziomu rezystancji, potem kolejny itd. Czy po każdej wymianie dioda świeci słabiej? Jest tak dlatego, że im wyższa rezystancja, tym większe ograniczenie przepływu prądu, którego mniej dociera do diody, co z kolei sprawia, że ta świeci coraz słabiej.

Na rysunku 5.4 widać obwód równoległy (zobacz rozdział 4.), w których każda gałąź zawiera rezystor o innej wartości. W gałęziach z silniejszym rezystorem przepływ prądu jest bardziej ograniczony, przez co diody w nich świecą z mniejszym natężeniem.

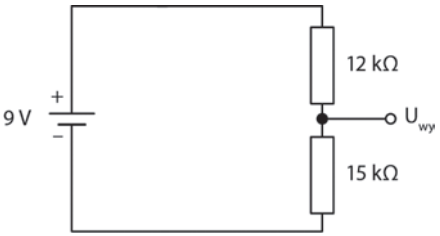


Rysunek 5.4. Wyższa rezystancja bardziej ogranicza przepływ prądu, przez co diody emitują mniej światła

Redukowanie napięcia

Przy użyciu rezystorów można zmniejszyć napięcie docierające do różnych części obwodów. Jeśli masz np. baterię 9-woltową, ale do zasilenia układu scalonego potrzebujesz napięcia 5 V, to możesz zbudować taki obwód, jaki widać na rysunku 5.5, który na wyjściu wytwarza napięcie 5 V. I *voilà*, możesz używać napięcia wyjściowego, U_{wy}, tego **dzielnika napięcia** do zasilania swojego układu (szczegółowy opis, jak to działa, znajduje się w rozdziale 6.).

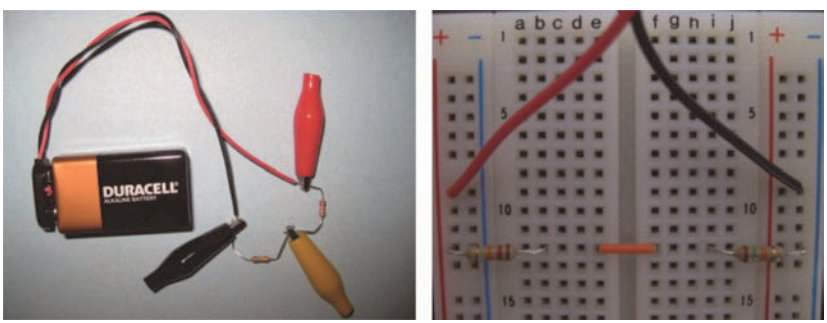
Kup książkę Poleć książkę



Rysunek 5.5. Dwa rezystory tworzące dzielnik napięcia — typowa technika uzyskiwania różnych wartości napięcia dla różnych części obwodu

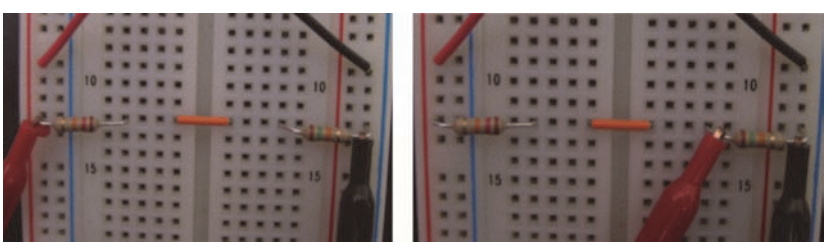
Jeśli chcesz zobaczyć dzielnik napięcia w akcji, skonstruuj obwód pokazany na rysunku 5.6. Potrzebne Ci będą do tego następujące części:

- ✓ Jedna bateria 9 V
- ✓ Jeden klips do podłączania baterii
- ✓ Jeden rezystor 12 kΩ (kod paskowy: brązowy, czerwony, pomarańczowy oraz czwarty pasek w jakimkolwiek kolorze)
- ✓ Trzy izolowane zaciski szczękowe *lub* jedna płytka prototypowa



Rysunek 5.6. Dwa sposoby budowania obwodu dzielnika napięcia

Następnie ustaw miernik uniwersalny na pomiar napięcia prądu stałego i zmierz napięcie na baterii oraz na rezystorze 15 kΩ, jak pokazano na rysunku 5.7. W moim przypadku okazało się, że bateria zapewnia napięcie 9,24 V, a U_{wy} (napięcie na rezystorze 15 kΩ) wynosi 5,15 V.



Rysunek 5.7. Pomiar napięcia dostarczanego przez baterię (po lewej) i napięcia na rezystorze 15 kΩ

Kontrolowanie cykli czasowych

Przy użyciu rezystora w połączeniu z innym popularnym elementem elektronicznym — kondensatorem, którego opis znajduje się w rozdziale 7. — można uzyskać dające się przewidzieć wzrosty i spadki napięcia w wybranych miejscach. Dowiesz się, że z połączeń rezystorów z kondensatorami można tworzyć coś w rodzaju klepsydry, co bardzo się przydaje w obwodach, w których ważne jest odmierzanie czasu (np. w światłach ulicznych). Zasadę działania duetu rezystor-kondensator opisałam w rozdziale 7.

Rodzaje rezystorów — stałe i zmienne

Są dwa rodzaje rezystorów — stałe i nastawne. Obu powszechnie używa się w obwodach elektronicznych. Poniżej znajduje się zwięzły opis każdego z nich.

- ✓ **Rezystor stały** stawia niezmienny, z góry ustalony opór elektryczny. Znajduje zastosowanie, gdy trzeba ograniczyć przepływ prądu do określonej wartości albo podzielić napięcie w wybrany sposób. W obwodach z diodami LED używa się rezystorów do ochrony tych delikatnych elementów przed spaleniem.
- ✓ **Rezystor nastawny**, często nazywany **potencjometrem** lub **reostatem**, pozwala nastawiać siłę rezystancji od zera omów do fabrycznie określonej wartości maksymalnej. Potencjometrów używa się wówczas, gdy trzeba zmieniać wartość prądu lub napięcia dostarczanego do danej części lub danego obwodu. Wśród urządzeń, w których użyty jest potencjometr, można wymienić ściemniacze światła, układy zmiany natężenia dźwięku w sprzęcie grającym i czujniki pozycji, choć w sprzęcie RTV potencjometry zostały w znacznym stopniu wyparte przez urządzenia cyfrowe.

W tej sekcji bliżej poznasz rezystory stałe i nastawne. Na rysunku 5.8 przedstawiono symbole używane do oznaczania rezystorów stałych, potencjometrów i **reostatów** na schematach ideowych (zobacz ramkę „Potencjometr czy reostat?").

Rysunek 5.8. Symbole do oznaczania rezystorów

Rezystory stałe

Rezystory stałe mają fabrycznie określoną rezystancję, ale ich rzeczywiste wartości mogą nieco odbiegać od znamionowej. Różnicę tę wyraża się procentowo i określa mianem **tolerancji**.

Powiedzmy, że wybraliśmy do obwodu rezystor o wartości 1000 Ω i tolerancji 5%. W takim przypadku rzeczywista wartość rezystancji może się wahać w granicach od 950 do 1050 Ω (ponieważ 5% z 1000 wynosi 50). Można powiedzieć, że rezystancja wynosi 1000 Ω plus minus 5%.

Kup książkę Poleć książkę

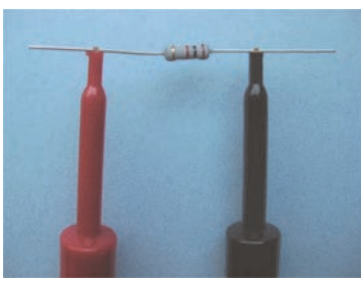
Ustawiłam swój miernik uniwersalny na pomiar rezystancji i zmierzyłam wartości pięciu rezystorów 1000 Ω o tolerancji 5%. Oto moje wyniki: 985 Ω, 980 Ω, 984 Ω, 981 Ω oraz 988 Ω.

Wyróżnia się dwie kategorie rezystorów stałych:

- ✓ **Standardowe,** o tolerancji w zakresie od 2 do aż 20 procent wartości znamionowej. Na opakowaniu zawsze jest podane, jak bardzo rzeczywista rezystancja może się różnić od znamionowej (np. ±2%, ±5%, ±10% albo ±20%). Tego rodzaju rezystorów można używać w większości zastosowań domowych czy hobbystycznych, ponieważ służą one do ograniczania prądu lub dzielenia napięcia w pewnym określonym zakresie. W wielu układach elektronicznych można spotkać rezystory o tolerancji w zakresie od 5 do 10 procent.
- ✓ **Rezystory precyzyjne**, o tolerancji w zakresie 1 procenta wartości znamionowej. Używa się ich w obwodach, w których wymagany jest bardzo duży stopień dokładności, np. służących do precyzyjnego pomiaru czasu, lub w układach stabilizujących napięcie.

Wiele rezystorów ma kształt cylindra, z którego wyprowadzone są dwie końcówki (rysunek 5.1) służące do podłączania go do innych elementów obwodu (aby dowiedzieć się o wyjątkach, przeczytaj ramkę „Rozpoznawanie rezystorów na płytkach drukowanych", która znajduje się dalej w tym rozdziale). Na pewno ucieszy Cię wiadomość, że te małe, miłe urządzenia z dwoma wyprowadzeniami można podłączać do obwodu w dowolny sposób, tzn. nie istnieją w ich przypadku takie pojęcia, jak strony lewa i prawa czy góra i dół.

Większość rezystorów stałych zdobią kolorowe paski, za pomocą których zakodowane są informacje o **wartości znamionowej** i **tolerancji** rezystorów (zobacz sekcję „Odczytywanie wartości rezystorów stałych"). Lecz nie dotyczy to wszystkich; niektóre mają na obudowie wydrukowaną wartość i parę innych liczb, które łatwo można pomylić. Jeśli nie masz pewności, jaka jest wartość rezystancji danego rezystora, sprawdź ją za pomocą swojego miernika uniwersalnego, jak np. pokazano na rysunku 5.9. Podczas pomiaru rezystor nie powinien być podłączony do obwodu, ponieważ może to spowodować zafałszowanie wyniku.



Rysunek 5.9. Rzeczywistą rezystancję rezystora można zmierzyć za pomocą miernika uniwersalnego

W projektach obwodów zazwyczaj podawane są bezpieczne zakresy wartości rezystorów. Czasami podana jest wartość dla każdego rezystora z osobna, a czasami wartość sumaryczna dla wszystkich rezystorów w obwodzie. Szukaj tych informacji w spisie części lub na schemacie ideowym. Jeżeli na schemacie nie określono tolerancji, można przyjąć standardową tolerancję (±5 lub ±10%).

Odczytywanie wartości rezystorów stałych

Kolorowe linie zdobiące większość rezystorów oprócz cieszenia naszych oczu spełniają jeszcze jedną funkcję. W kolorach tych zakodowane są informacje o **wartości znamionowej** i **tolerancji** rezystorów. Lecz nie dotyczy to wszystkich; niektóre mają nieciekawy, jednolity kolor i wydrukowaną wartość cyfrową na obudowie. Kolorowy kod zaczyna się z jednej strony rezystora i składa się z kilku kolorowych pasków. Każdy kolor symbolizuje jakąś wartość, a jego położenie decyduje o sposobie interpretacji.

Standardowe rezystory mają cztery kolorowe paski: trzy pierwsze określają wartość znamionową rezystora, a czwarty — jego tolerancję. Przy użyciu informacji przedstawionych w tabeli 5.1 można rozszyfrować wartość znamionową standardowego rezystora w następujący sposób:

- ✓ **Pierwszy pasek** oznacza pierwszą cyfrę.
- ✓ **Drugi pasek** oznacza drugą cyfrę.
- ✓ **Trzeci pasek** oznacza mnożnik w postaci liczby zer, pod warunkiem że nie ma koloru złotego lub srebrnego.
  - Jeśli trzeci pasek jest **złoty**, wartość należy pomnożyć przez 0,1 (czyli podzielić przez 10).
  - Jeśli trzeci pasek jest **srebrny**, wartość należy pomnożyć przez 0,01 (czyli podzielić przez 100).
- ✓ **Czwarty pasek** określa tolerancję, jak pokazano w piątej kolumnie tabeli 5.1. Jeśli nie ma czwartego paska, należy przyjąć, że tolerancja wynosi ±20%.

Tabela 5.1. Kolorowy kod rezystorów

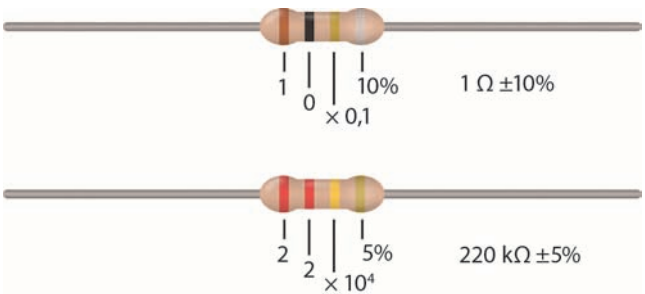
Kolor	Pasek 1.	Pasek 2.	Pasek 3.	Tolerancja
Czarny	0	0	$10^0 = 1$ (brak zer)	±20%
Brązowy	1	1	$10^1 = 10$ (jedno zero)	±1%
Czerwony	2	2	$10^2 = 100$ (dwa zera)	±2%
Pomarańczowy	3	3	$10^3 = 1000$ (trzy zera)	±3%
Żółty	4	4	$10^4 = 10\,000$ (cztery zera)	±4%
Zielony	5	5	$10^5 = 100\,000$ (pięć zer)	brak
Niebieski	6	6	$10^6 = 1\,000\,000$ (sześć zer)	brak
Fioletowy	7	7	$10^7 = 10\,000\,000$ (siedem zer)	brak
Szary	8	8	$10^8 = 100\,000\,000$ (osiem zer)	brak
Biały	9	9	$10^9 = 1\,000\,000\,000$ (dziewięć zer)	brak
Złoty			0,1 (dzielenie przez 10)	±5%
Srebrny			0,01 (dzielenie przez 100)	±10%

Kup książkę Poleć książkę

Aby obliczyć znamionową wartość rezystancji rezystora, należy utworzyć liczbę z dwóch pierwszych cyfr (ustawiając je obok siebie) i pomnożyć ją przez mnożnik.

Najłatwiej to zrozumieć na konkretnym przykładzie:

- ✓ **Czerwony-czerwony-żółty-złoty** — rezystor ozdobiony paskami czerwonym (2), czerwonym (2), żółtym (4 zera) i złotym (±5%) (rysunek 5.10) ma rezystancję znamionową o wartości 220 000 Ω, czyli 220 kΩ, która może się wahać w górę i w dół o 5 procent. W związku z tym wartość rzeczywista rezystancji tego rezystora może zawierać się w przedziale od 209 kΩ do 231 kΩ.
- ✓ **Brązowy-czarny-złoty-srebrny** — rezystor ozdobiony paskami brązowym (1), czarnym (0), złotym (0,1) i srebrnym (±10%) (rysunek 5.10) ma rezystancję znamionową o wartości $10 \cdot 0{,}1 = 1\ \Omega$, która może się wahać w górę i w dół o 10 procent. W związku z tym rzeczywista wartość rezystancji tego rezystora może zawierać się w przedziale od 0,9 do 1,1 Ω.



Rysunek 5.10. Rozszyfrowywanie kodu paskowego na rezystorze w celu określenia jego rezystancji

Rezystory precyzyjne mają po pięć kolorowych pasków. Trzy pierwsze oznaczają trzy pierwsze cyfry, czwarty to mnożnik, a piąty reprezentuje tolerancję (najczęściej ±1%).

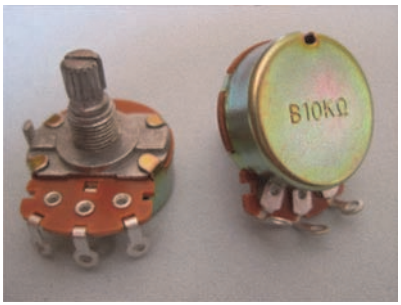
Na rezystorach można znaleźć przeróżne kombinacje kolorowych pasków, a niektóre z tych elementów w ogóle nie mają takich oznaczeń. Dlatego najlepszym rozwiązaniem jest każdorazowe sprawdzanie rzeczywistej wartości za pomocą miernika.

Rezystory nastawne, czyli potencjometry

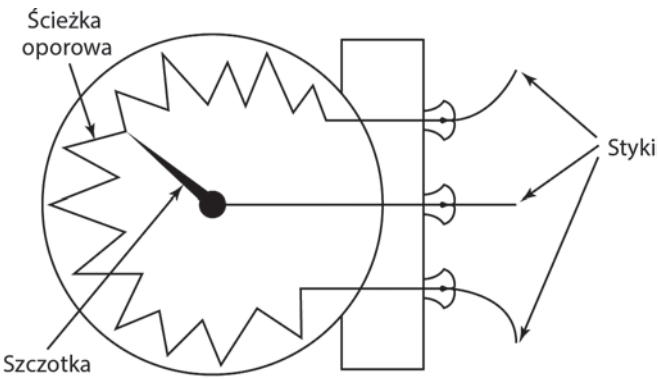
Potencjometry służą do płynnego ustawiania poziomu rezystancji. Są to urządzenia z trzema wyprowadzeniami, tzn. mają trzy kontakty połączeniowe (rysunek 5.11). Rezystancja między dwoma zewnętrznymi stykami jest stała i równa maksymalnej rezystancji potencjometru. Natomiast między stykiem środkowym i każdym z dwóch pozostałych rezystancja jest zależna od ustawienia suwaka lub gałki służących do nastawiania poziomu rezystancji.

Potencjometr składa się ze ścieżki oporowej z połączeniami z obu stron, po której porusza się szczotka służąca do nastawiania wartości oporu w zakresie od zera do określonej wartości maksymalnej (rysunek 5.12). Każde zakończenie ścieżki oporowej ma połączenie z jednym z dwóch styków zewnętrznych i to właśnie dlatego rezystancja między tymi dwoma stykami jest stała i równa maksymalnej wartości potencjometru.

Kup książkę Poleć książkę



Rysunek 5.11. Do ustawiania rezystancji w tych potencjometrach tarczowych 10 kΩ służy gałka



Rysunek 5.12. Znajdująca się w potencjometrze szczotka porusza się po ścieżce oporowej

Znajdująca się w rezystorze szczotka ma połączenie elektryczne ze stykiem środkowym i mechaniczne z gałką, suwakiem lub śrubą (w zależności od rodzaju potencjometru). Gdy szczotka jest przemieszczana, rezystancja między stykiem środkowym a jednym ze styków bocznych zmienia się w zakresie od zera do wartości maksymalnej, a między stykiem środkowym i drugim stykiem bocznym — od wartości maksymalnej do zera. Oczywiście suma tych dwóch wartości jest równa maksymalnej rezystancji stałej elementu (między dwoma stykami bocznymi).

Większość potencjometrów ma oznaczoną wartość maksymalną — 10 kΩ, 50 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ itd. Symbol rezystancji (Ω) nie zawsze jest obecny. Jeśli np. na potencjometrze będzie nadrukowana wartość 50 k, to oznacza to, że przy jego użyciu można ustawiać opór w zakresie od 0 do 50 000 Ω.

Istnieją różne rodzaje potencjometrów, np. obrotowe, suwakowe i dostrojcze:

- ✓ **Potencjometr obrotowy** ma obrotową ścieżkę oporową i specjalną gałkę służącą do nastawiania wartości rezystancji. Ten rodzaj potencjometru jest często wykorzystywany do budowy urządzeń elektronicznych. W obudowie urządzenia wycina się otwór, w który wkłada się potencjometr w taki sposób, aby jego złącza można było połączyć z obwodami wewnętrznymi, a gałka regulacyjna wystawała na zewnątrz. Używa się ich powszechnie do regulacji głośności.

Kup książkę Poleć książkę

- **Potencjometr suwakowy** ma podłużną ścieżkę oporową, po której porusza się suwak ruchem prostoliniowym. Używane są w sprzęcie audio i niektórych ściemniaczach światła.
- **Potencjometr dostrojczy** (nazywany też **potencjometrem nastawnym**) jest mniejszy od poprzednio opisanych. Montuje się go na płytkach drukowanych układów, a do nastawiania wartości oporu służy specjalny wkręt. Najczęściej używa się go do dostrajania obwodów, np. aby ustawić poziom wrażliwości czujnika światła, a nie do dowolnego ustawiania jakichś wartości (np. poziomu dźwięku) w czasie działania obwodu.

Pamiętaj, że kiedy gałka potencjometru zostanie ustawiona na wartość zerową, to element ten nie będzie stawiał żadnego oporu, a więc prąd będzie przepływał przezeń bez żadnych ograniczeń. Dlatego często za potencjometrem wstawia się w połączeniu szeregowym dodatkowy rezystor stały, który służy jako zabezpieczenie ograniczające prąd. Trzeba tylko wartość tego dodatkowego rezystora dobrać w taki sposób, aby w połączeniu z potencjometrem uzyskać odpowiedni zakres rezystancji (sposób obliczania całkowitej rezystancji szeregowo połączonych rezystorów opisaliśmy nieco dalej w tym rozdziale).

Zakres wartości potencjometru jest podawany tylko w przybliżeniu. Rezystancję nieoznaczonego potencjometru można zawsze zmierzyć za pomocą miernika uniwersalnego (ustawionego na pomiar rezystancji). W ten sam sposób można też sprawdzić aktualną wartość rezystancji ustawioną między stykiem środkowym i jednym ze styków bocznych (w rozdziale 16. znajduje się szczegółowy opis metod pomiaru rezystancji przy użyciu miernika uniwersalnego).

Na schematach ideowych potencjometry z reguły oznacza się symbolem prostokąta ze skierowaną na niego od góry strzałką (rysunek 5.8).

Moc znamionowa rezystorów

Czas na zgadywankę! Co się stanie, jeśli przez rezystor przepłynie zbyt duża liczba elektronów? Poprawna odpowiedź brzmi: „Otrzymamy kawałek węgla i nie odzyskamy straconych pieniędzy". Kiedy elektrony płyną przez materiał, który stawia opór, wytwarzają ciepło, a im więcej elektronów, tym więcej ciepła.

Potencjometr czy reostat?

Mimo iż słowem **potencjometr** często określa się zbiorczo wszystkie rezystory zmienne, to reostat i potencjometr to nie to samo. **Reostat** ma dwie końcówki, z których jedna jest podłączona do szczotki, a druga do końcówki ścieżki oporowej. Natomiast potencjometr ma trzy końcówki, z których jedna jest podłączona do szczotki, a dwie do obu końców ścieżki oporowej. Potencjometr można wykorzystywać jako reostat (co jest zresztą często praktykowane). W tym celu należy użyć tylko dwóch z jego końcówek. Jeśli podłączy się wszystkie trzy końcówki do obwodu, to można otrzymać stały i zmienny rezystor w jednym!

Reostaty zwykle wytrzymują wyższe poziomy napięcia i natężenia niż potencjometry i dlatego nadają się do zastosowań przemysłowych, jak np. do sterowania prędkością obrotową silników elektrycznych dużych maszyn. Zostały one jednak w dużym stopniu wyparte przez układy zbudowane z urządzeń półprzewodnikowych (rozdział 9.), które zużywają znacznie mniej mocy.

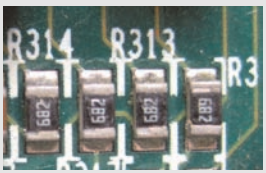
Symbol służący do oznaczania reostatów pokazano po prawej stronie rysunku 5.8.

Kup książkę Poleć książkę

Rozpoznawanie rezystorów na płytkach drukowanych

W miarę zdobywania coraz większej wiedzy o elektronice możesz zacząć się ciekawić, co takiego jest w urządzeniach elektronicznych, które masz w domu (uwaga: bądź ostrożny i postępuj zgodnie z zasadami opisanymi w rozdziale 13.). Możesz otworzyć np. pilota od telewizora, aby zobaczyć znajdujące się w nim elementy elektroniczne połączone z diodą LED. W przypadku niektórych **płytek obwodów drukowanych** — których używa się jako bazy do masowej budowy obwodów powszechnie wykorzystywanych w komputerach i innych układach elektronicznych — rozpoznanie poszczególnych elementów może być trudne. Powodem tego jest to, że producenci, starając się jak najkorzystniej rozmieścić elementy na płytkach i chcąc zaoszczędzić miejsce, stosują rozmaite wyszukane techniki.

Jedna z nich nosi nazwę **montażu powierzchniowego** (ang. *surface-mount technology* — SMT) i polega na montowaniu elementów bezpośrednio na powierzchni płytki drukowanej. Urządzenia montowane powierzchniowo, np. rezystory tego typu, mają trochę inny wygląd niż ich odpowiedniki, których używamy w swoich warsztatach domowych, ponieważ nie mają długich wyprowadzeń służących do podłączania ich do obwodów. Elementy takie mają własny kod oznaczeń ich wartości.



Elementy elektroniczne (np. rezystory) mogą wytrzymać tylko określoną ilość ciepła (konkretna wartość zależy od rodzaju i wielkości elementu), po czym ulegają stopieniu. Jako że ciepło jest jedną z form energii, a moc to jednostka określająca ilość energii zużywanej w określonym czasie, na podstawie **mocy znamionowej** urządzenia można wywnioskować, ile watów (**wat**, którego symbolem jest litera W, to jednostka mocy elektrycznej) to urządzenie jest w stanie bezpiecznie wytrzymać.

Każdy rezystor ma określoną moc znamionową. Typowy rezystor może wytrzymać ⅛ czy ¼ W, ale bez trudu znajdziesz też rezystory pół- i jednowatowe, a niektóre są nawet ognioodporne (zaczynasz się denerwować?). Oczywiście na samym rezystorze oznaczenia jego mocy znamionowej nie znajdziesz (byłoby za łatwo), lecz musisz ją określić na podstawie wielkości elementu (moc znamionowa rośnie wraz z rozmiarem elementu) albo sprawdzić w katalogach producenta bądź dostawcy części.

Jak w takim razie dobrać do obwodu rezystor na podstawie jego mocy znamionowej? Najpierw należy oszacować najwyższą wartość mocy, jaką element ten będzie musiał wytrzymać, a następnie wybiera się rezystor o mocy znamionowej równej tej wartości lub wyższej. Moc oblicza się z poniższego wzoru:

$$P = U \cdot I$$

U oznacza napięcie (w woltach, których symbolem jest litera V) w rezystorze, a I oznacza natężenie (w amperach, których symbolem jest litera A) prądu płynącego przez rezystor. Załóżmy, że wartość napięcia wynosi 5 V, a my chcemy przepuścić przez rezystor prąd o natężeniu 25 mA (miliamperów). Aby obliczyć moc, wykonujemy mnożenie 5 · 0,025 (przypomnijmy, że **miliamper** to jedna tysięczna ampera). Otrzymamy wynik 0,125 W, czyli ⅛ W. Wiemy więc już, że rezystor o mocy znamionowej ⅛ może być wystarczający, a rezystor o mocy ¼ W **na pewno** się nie przegrzeje.

Do większości amatorskich projektów wystarczą rezystory o mocy ¼ czy wata. Rezystory o wysokiej mocy używane są w obwodach o wysokim obciążeniu, np. sterujących silnikami albo lampami, które do działania wymagają trochę większego prądu. Rezystory o wysokiej mocy mają różne kształty i zawsze są większe od przeciętnego rezystora. Rezystory o mocy powyżej 5 W dodatkowo opakowuje się w tworzywo

epoksydowe (albo jakiś inny wodo- i ognioodporny materiał) i mają one kształt prostokątny, a nie walcowaty. Niektóre rezystory o wysokiej mocy mają nawet dodatkowy metalowy **radiator**, którego żeberka odprowadzają ciepło na zewnątrz.

Łączenie rezystorów

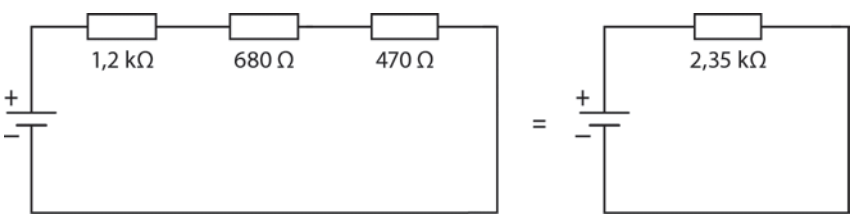
Kiedy pójdziesz na zakupy, to szybko spostrzeżesz, że nie zawsze można dostać dokładnie taki rezystor, jakiego się potrzebuje. Jest to spowodowane tym, że producentom nie opłaci się produkować rezystorów o każdej możliwej wartości rezystancji, a więc wytwarzają tylko ograniczony asortyment tych urządzeń. Zaraz wyjaśnimy, jak można rozwiązać ten problem. Na przykład ze świecą nie znajdziesz rezystora o wartości 25 kΩ, natomiast rezystorów o wartości 22 kΩ jest w sklepach na pęczki! Sztuka polega na tym, aby uzyskać wymaganą rezystancję, używając standardowych dostępnych rezystorów.

Rezystory można łączyć na różne sposoby, aby uzyskać **rezystancję zastępczą** o wartości prawie identycznej z wartością, której potrzebujesz. A ponieważ typowy rezystor i tak ma zakres tolerancji od 5 do 10 procent wartości znamionowej, łączenie rezystorów nie sprawia żadnych kłopotów.

Łączenie rezystancji podlega pewnym zasadom, które poznasz w tym podrozdziale. Należy się nimi kierować nie tylko przy wyborze rezystorów do swoich własnych obwodów, lecz również kiedy analizuje się obwody elektroniczne innych osób. Jeśli np. wiadomo, jaką rezystancję ma żarówka w obwodzie, i połączy się z nią szeregowo rezystor, to aby obliczyć całkowity prąd przechodzący przez te dwa urządzenia, trzeba znać ich zastępczą rezystancję.

Szeregowe łączenie rezystorów

Aby wykonać szeregowe połączenie rezystorów, należy je złączyć za wyprowadzenia, tak jak widać na rysunku 5.13, aby przez wszystkie po kolei przepływał ten sam prąd. Pierwszy rezystor ogranicza prąd o pewną wartość, następny redukuje prąd jeszcze bardziej itd. Z tego taki wniosek, że każdy kolejny rezystor w połączeniu szeregowym *zwiększa* ogólną wartość rezystancji.



Rysunek 5.13. Rezystancja zastępcza kilku rezystorów połączonych szeregowo jest równa sumie wartości poszczególnych rezystorów w szeregu

Aby obliczyć łączną (zastępczą) rezystancję kilku rezystorów w szeregu, należy po prostu zsumować ich wartości. Zasadę tę można przedstawić w postaci następującego ogólnego wzoru:

$$R_{szereg} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \ldots$$

Kup książkę Poleć książkę

Symbolami R_1, R_2, R_3 itd. oznaczone są wartości rezystancji kolejnych rezystorów, a R_{szereg} reprezentuje ogólną rezystancję zastępczą. Pamiętaj, że przez wszystkie rezystory w szeregu płynie ten sam prąd oraz że wszystkie rezystory dodają część ogólnej rezystancji.

Przedstawioną zasadę obliczania rezystancji zastępczej można zastosować przy wybieraniu rezystorów do swojego obwodu. Załóżmy, że potrzebujemy rezystancji o wartości 25 kΩ, ale nie znajdujemy standardowego rezystora o takich parametrach. W takim razie możemy połączyć szeregowo dwa standardowe rezystory o wartościach 22 kΩ i 3,3 kΩ, aby uzyskać rezystancję o wartości 25,3 kΩ. Otrzymana wartość różni się od wymaganej zaledwie o niecałe dwa procent, a jak wiemy, zakres tolerancji typowych rezystorów wynosi od 5 do 10 procent.

Kiedy sumujesz wartości rezystancji, uważaj na to, w jakich jednostkach są one wyrażone. Gdy zechcesz na przykład połączyć szeregowo rezystory o wartościach 1,2 kΩ, 680 Ω i 470 Ω (rysunek 5.13), to przed dodaniem musisz te wartości zamienić na tę samą jednostkę, np. om. Aby obliczyć rezystancję zastępczą przedstawionych rezystorów, należy wykonać następujące obliczenia:

$$R_z = 1200\ \Omega + 680\ \Omega + 470\ \Omega = 2350\ \Omega \text{ lub } 2{,}35\ k\Omega$$

W obwodach szeregowych rezystancja zastępcza jest *zawsze* większa od rezystancji poszczególnych elementów. Fakt ten można wykorzystać przy projektowaniu obwodów. Jeśli np. chcesz ograniczyć ilość prądu docierającego do żarówki, ale nie znasz wartości rezystancji tej żarówki, to możesz połączyć z nią szeregowo rezystor, aby mieć pewność, że całkowita rezystancja w obwodzie jest *nie mniejsza* niż rezystancja dodanego rezystora. W obwodach, w których podłączony jest rezystor zmienny (np. w ściemniaczach światła), umieszczenie rezystora stałego w szeregu z rezystorem zmiennym daje gwarancję, że przepływ prądu będzie ograniczony nawet wówczas, gdy pokrętło potencjometru zostanie przekręcone na wartość zerową (sposób obliczania natężenia prądu dla określonej kombinacji napięcia i rezystancji opisaliśmy dalej w tym rozdziale).

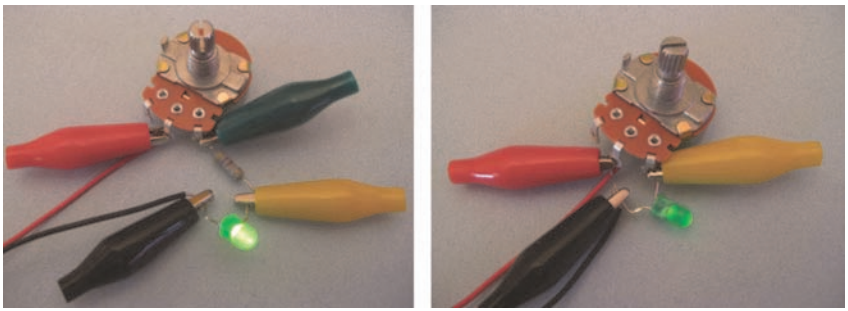
Sam zobacz, jak mały rezystor podłączony szeregowo może uratować diodę LED. Skonstruuj obwód widoczny na rysunku 5.14 przy użyciu następujących części:

- ✓ Jedna bateria 9 V
- ✓ Jeden klips do podłączania baterii
- ✓ Jeden rezystor 470 Ω (żółty, fioletowy, brązowy)
- ✓ Jeden potencjometr 10 kΩ
- ✓ Cztery zaciski szczękowe
- ✓ Jedna dioda LED dowolnego rozmiaru i koloru

Podłącz do obwodu styk środkowy i jeden ze styków bocznych potencjometru (drugi styk boczny pozostaw wolny) i nie zapomnij prawidłowo podłączyć diody LED, której krótsza nóżka powinna być połączona z ujemnym biegunem baterii.

Pokręć gałką potencjometru i obserwuj diodę. Wraz ze zmianami rezystancji intensywność światła powinna się zmieniać od bardzo jasnego do bardzo słabego (i odwrotnie).

Ustaw gałkę potencjometru mniej więcej na środku zakresu oraz wymontuj z obwodu rezystor, aby podłączyć diodę bezpośrednio do potencjometru, jak pokazano na rysunku 5.14 po prawej. Następnie przekręć gałkę w kierunku powodującym zwiększenie

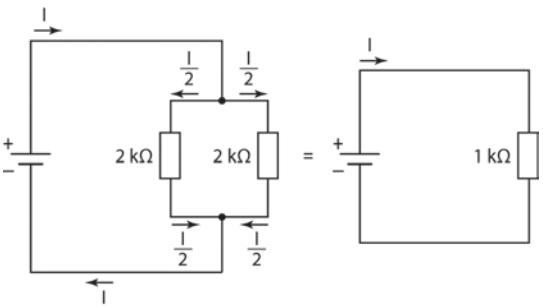


Rysunek 5.14. Rezystor połączony szeregowo z potencjometrem sprawia, że do diody LED dociera ograniczona ilość prądu, nawet gdy w potencjometrze zostanie ustawiona zerowa rezystancja. Gdyby nie rezystor, dioda by się spaliła

jasności świecenia diody LED. Przekręć do końca i obserwuj, co się dzieje z diodą. W miarę zbliżania się rezystancji do 0 Ω dioda powinna robić się coraz jaśniejsza, aż w końcu przestanie świecić. Przy braku rezystancji ograniczającej przepływ prądu mogło dojść do spalenia elementu. (Jeśli tak, to możesz go wyrzucić, ponieważ jest już bezużyteczny).

Równoległe łączenie rezystorów

W równoległym łączeniu dwóch rezystorów łączy się razem ich wyprowadzenia (rysunek 5.15), dzięki czemu każdy rezystor otrzymuje takie same napięcie. Prąd płynie dwiema ścieżkami, a więc mimo że każdy rezystor ogranicza prąd płynący przez jedną ze ścieżek, zawsze jest dodatkowa ścieżka, którą może popłynąć dodatkowy prąd. Z punktu widzenia napięcia źródłowego efektem równoległego połączenia rezystorów jest *zmniejszenie* ogólnej rezystancji.



Rysunek 5.15. Rezystancja zastępcza rezystorów połączonych równolegle jest zawsze mniejsza niż rezystancja któregokolwiek z użytych rezystorów

Do obliczania rezystancji zastępczej dwóch rezystorów połączonych równolegle używa się poniższego wzoru:

$$R_{równ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Symbole R_1 i R_2 oznaczają wartości poszczególnych rezystorów.

Pewnie pamiętasz, że kreska oddzielająca licznik od mianownika w ułamku zwykłym reprezentuje dzielenie. Zatem powyższy wzór można przekształcić do następującej postaci:

$$R_{równ} = (R_1 \cdot R_2) \div (R_1 + R_2)$$

W przykładzie przedstawionym na rysunku 5.14 połączono równolegle dwa rezystory 2 kΩ. Ich rezystancja zastępcza wynosi zatem:

$$R_z = \frac{2000 \cdot 2000}{2000 + 2000}$$

$$= \frac{4000000}{4000}$$

$$= 1000$$

$$R_z = 1\ k\Omega$$

Ponieważ rezystory w tym przykładzie mają jednakową rezystancję, z połączenia ich w sposób równoległy uzyskaliśmy rezystancję zastępczą równą *połowie ich wartości*. W wyniku tego każdy rezystor pobiera połowę dostarczanego prądu. Jeśli rezystory mają różne wartości rezystancji, to przez rezystor o *mniejszej* wartości popłynie *więcej* prądu niż przez rezystor o większej wartości.

Jeśli potrzebujesz do swojego obwodu rezystora o nieco większej mocy, np. 1 W, ale masz pod ręką tylko rezystory o mocy ½ W, to możesz w zamian użyć dwóch rezystorów o mocy ½ W połączonych równolegle. Dobierz tylko rezystory o takich wartościach, aby z ich połączenia wyszła rezystancja o odpowiedniej wartości. Ponieważ każdy z rezystorów pobiera połowę prądu, jaki pobierałby jeden rezystor, rozpraszają one połowę mocy (przypomnijmy, że moc = natężenie · napięcie).

Jeśli w połączeniu równoległym użyje się więcej niż dwóch rezystorów, to obliczenia nieco się komplikują:

$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots}$$

Znajdujący się na końcu mianownika wielokropek oznacza, że należy dodawać kolejne wielkości odwrotne rezystorów podłączonych równolegle do obwodu.

Dla wielu rezystorów połączonych równolegle ilość prądu przepływającego przez daną gałąź jest **odwrotnie proporcjonalna** do rezystancji w tej gałęzi. Innymi słowy, im wyższa rezystancja w danej gałęzi, tym mniej prądu przez nią przepływa. Prąd, tak jak woda, wybiera drogę, którą najłatwiej mu płynąć.

W równaniach można czasami spotkać symbol ||, który oznacza, że rezystory są połączone równolegle. Na przykład:

$$R_z = R_1 || R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

lub

$$R_z = R_1||R_2||R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$$

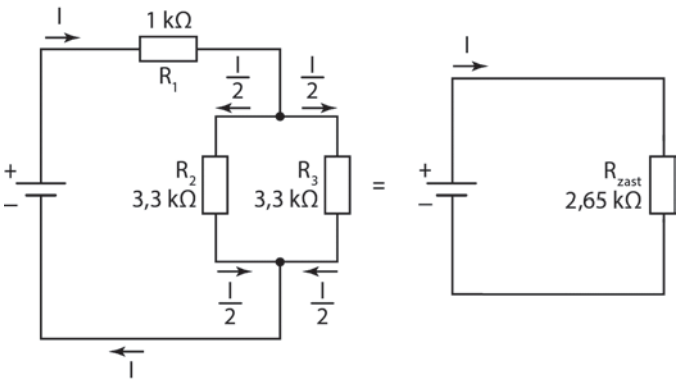
Kombinacje szeregowych i równoległych połączeń rezystorów

W wielu obwodach używa się zarówno szeregowych, jak i równoległych połączeń rezystorów, aby w niektórych miejscach ograniczyć przepływ prądu, a w innych go rozdzielić. W niektórych przypadkach można obliczyć rezystancję zastępczą poprzez połączenie równań dla szeregowych połączeń rezystorów i dla równoległych połączeń rezystorów.

Na przykład na rysunku 5.16 rezystor R_2 (3,3 kΩ) jest równolegle połączony z rezystorem R_3 (3,3 kΩ), natomiast cała ta równoległa kombinacja rezystorów R_2 i R_3 jest połączona szeregowo z rezystorem R_1 (1 kΩ). Rezystancję zastępczą (R_z) tego układu (w kΩ) można obliczyć z następującego wzoru:

$$\begin{aligned} R_z &= R_1 + (R_2||R_3) \\ &= R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \\ &= 1\ \text{k}\Omega + \frac{3{,}3\ \text{k}\Omega \cdot 3{,}3\ \text{k}\Omega}{3{,}3\ \text{k}\Omega + 3{,}3\ \text{k}\Omega} \\ &= 1\ \text{k}\Omega + 1{,}65\ \text{k}\Omega \\ &= 2{,}65\ \text{k}\Omega \end{aligned}$$

$$R_z = 2{,}65\ \text{k}\Omega$$



Rysunek 5.16. W wielu obwodach używane są kombinacje szeregowych i równoległych połączeń rezystorów

W tym obwodzie prąd dostarczany przez baterię jest redukowany przez *zbiorczą* rezystancję obwodu, której wartość wynosi 2,65 kΩ. Prąd wychodzący z dodatniego bieguna baterii przepływa przez rezystor R_1, rozdziela się — jedna połowa płynie przez rezystor R_2, a druga połowa przez rezystor R_3 — a następnie łączy się z powrotem i płynie do ujemnego bieguna baterii.

W obwodach często używane są znacznie bardziej skomplikowane kombinacje rezystorów niż przedstawione kombinacje połączeń szeregowych i równoległych, a obliczenie ich rezystancji równoważnej nie zawsze jest łatwe. Do ich analizy trzeba posługiwać się macierzami. Ponieważ to nie jest książka z dziedziny matematyki, nie będziemy zagłębiać się w szczegóły obliczeń z wykorzystaniem macierzy.

Mierzenie rezystancji zastępczej

Za pomocą miernika uniwersalnego można zmierzyć rezystancję w omach, jak również zweryfikować rezystancję zastępczą rezystorów połączonych szeregowo i równolegle.

Na poniższych zdjęciach pokazano sposób mierzenia rezystancji zastępczej trzech rezystorów połączonych szeregowo (po lewej), dwóch rezystorów połączonych równolegle (środek) i kombinacji rezystora połączonego szeregowo z dwoma rezystorami połączonymi równolegle. Wybierz którąś z tych trzech wersji i wypróbuj ją w swoim warsztacie.

Przedstawione na zdjęciach rezystory mają wartości 220 kΩ, 33 kΩ oraz 1 kΩ. Na środkowym i prawym zdjęciu rezystory połączone równolegle mają wartości 220 kΩ i 33 kΩ. Rezystor połączony szeregowo na prawym zdjęciu ma wartość 1 kΩ.

Na zdjęciu po lewej rezystancja zastępcza szeregowo połączonych rezystorów wynosi 254 kΩ (220+33+1), natomiast rezystancja rzeczywista zmierzona za pomocą miernika wynosiła 255,4 kΩ.

Na zdjęciu środkowym obliczona rezystancja zastępcza wynosi 28,7 kΩ ((220·33)/(220+33)), natomiast rzeczywista rezystancja zastępcza według wskazań miernika wynosiła 28,5 kΩ.

W obwodzie szeregowo-równoległym przedstawionym na prawym zdjęciu obliczona rezystancja zastępcza wynosi 29,7 kΩ (28,7+1), a rzeczywista rezystancja według wskazań miernika to 29,4 kΩ.

Pamiętaj, że wartość większości rezystorów odbiega nieco od ich wartości znamionowej. Dlatego wyniki pomiarów w każdym z pokazanych przypadków różnią się od wyników obliczeń (w zakresie poniżej 2%).

Kup książkę Poleć książkę

Skorowidz

A

akcelerometry, 230
akumulatory
  litowo-jonowe, 223
  niklowo-kadmowe, 223
  niklowo-metalowo-wodorowe, 223
alarm, 210, 326
  światłoczuły, 320
  świetlny, 322
amper, 28
amperomierz, 295
analiza schematu, 52, 104, 110, 272
analogowe elementy elektroniczne, 267
anoda, 158
anteny, 230
antystatyczne ubranie, 257
architektura komputerów, 341
atomy, 25
automatyczna zmiana zakresu, 297

B

badanie sygnałów przemiennych, 340
bajt, 193
baterie, 33, 43, 221
  AA, 46
  blokowe, 221
  alkaliczne, 223
  cynkowo-węglowe, 223
  litowe, 223
bezpieczeństwo, 237, 251
  w czasie lutowania, 288
bezpieczne lutowanie, 254
bezpiecznik, 305, 310
bit, 192
blokowanie prądu przemiennego, 147
bramka logiczna, 193
  AND, 193, 194
  NAND, 193, 203
  NOR, 194
  NOT, 193
  OR, 193, 205
  XOR, 194
bramki uniwersalne, 195
brzęczyk piezoelektryczny, 232
budowa
  atomu, 25
  bramek logicznych, 169
  płytki stykowej, 277
  świetlnego alarmu, 322
  układów elektronicznych, 275
budowanie układu, 289

C

całkowite rozładowanie, 133
cewka indukcyjna, 39, 139, 143
charakterystyka kondensatorów, 124, 125
chmura elektronowa, 25
cyfrowy wyświetlacz, 299
cykle czasowe, 87
czas, 132
  życia baterii, 222
częstotliwość, 35
  rezonansowa, 149
części zapasowe, 247
czujnik, 38, 226
  bezkontaktowy, 148
  nacisku i położenia, 230
  PIR, 229
  promieniowania podczerwonego, 229
  światła, 229

D

definicja pojemności elektrycznej, 124
detektor ruchu, 229
dielektryk, 116
  powietrzny, 129
dioda, 39, 45, 53, 155, 308
  LED, 53, 164
  pojemnościowa, 129
  prostownicza, 162

Kup książkę Poleć książkę

dioda
  przewodzenie prądu, 160
  Zenera, 163
  złączowa, 158
dławik, 143, 147
długość materiału, 82
domieszkowanie, 157
dostarczanie energii elektrycznej, 33
dostrajanie do stacji radiowych, 147, 149
drugie prawo Kirchhoffa, 58
działanie
  alarmu, 326
  prądu elektrycznego, 252
  tranzystora, 176
dzielnik napięcia, 85, 105

E

efekt
  pamięci, 223
  piezoelektryczny, 151
ekranowanie, 148
elektroda, 33
elektromagnes, 141
elektroniczny metronom, 210
elektrony, 25, 26, 37
elektryczność, 25, 140
  statyczna, 28
elementy
  cyfrowe, 268
  dyskretne, 76
energia
  elektryczna, 25
  słoneczna, 224
  wtórna, 35

F

farad, 125
filtrowanie, 147
filtry
  dolnoprzepustowe, 146
  górnoprzepustowe, 146
  pasmowoprzepustowe, 147
  pasmowozaporowe, 147
fotodioda, 182, 224, 227
fotorezystor, 227
fototranzystor, 175, 227

G

generator tonów, 326
generowanie
  prądu stałego, 34
  sygnałów, 341
głośniki, 231
gniazda wtykowe, 220
gotowe projekty, 340
grubość drutu, 219

H

henr, 144

I

identyfikacja
  diod, 161
  tranzystorów, 183
  układów scalonych, 198
identyfikator, 265, 267
impedancja, 106, 231
indukcja prądu, 142
innowacyjne układy scalone, 189
interpretowanie schematów, 259
izolatory, 27
izolowanie obwodów, 153

J

jon, 33

K

kabel, 218
kalibracja miernika uniwersalnego, 301
kalkulator, 42
kategorie rezystorów stałych, 88
katoda, 158
kierunek
  odniesienia prądu, 52
  przepływu prądu, 52
kod kolorowy rezystorów, 89
kombinacje połączeń rezystorów, 98
komutator, 233
kondensatory, 39, 44, 115, 123, 307
  zmienne, 129
konfiguracja obwodów wzmacniających, 181
konstrukcja migacza, 319
kontrolowanie
  cykli czasowych, 87
  wzmocnienia napięciowego, 181

Kup książkę Poleć książkę

konwerter
  analogowo-cyfrowy, 216
  cyfrowo-analogowy, 216
końcówki, 219
kryształ, 151
kulomb, 28

L

LED, 164
licznik dziesiętny 4017, 214
listwy zaciskowe, 219
logika cyfrowa, 191, 203
lutowanie, 284
lutownica, 41, 241

Ł

ładowanie kondensatorów, 117
ładunek
  elektrostatyczny, 256
  elektryczny, 25
łączenie
  ekranowanych cewek indukcyjnych, 149
  elementów, 218
  elementów na stałe, 289
  kondensatorów, 130
    równoległe, 130
    szeregowe, 131
  rezystorów, 94
    równoległe, 96
    szeregowe, 94
łączówki, 281

M

magazynowanie energii elektrycznej, 123
magnes, 140, 142
magnetyzm, 140
maksymalny zakres pomiarowy, 300
masa, 59
  pływająca, 59
  sygnałowa, 265
mata antyelektrostatyczna, 257
materiały, 245, 246
miejsca dokonywania pomiarów, 271
miernik
  częstotliwości, 341
  cyfrowy, 298
  uniwersalny, 40, 240, 293, 294, 302
mierzenie
  indukcyjności, 144
  napięć, 56
  prądu, 59
  temperatury, 229
migacz, 314, 316
  samochodowy, 328
migające światełka, 210
mikrofon
  dynamiczny, 228
  krystaliczny, 228
  pojemnościowy, 228
  światłowodowy, 228
mikrokontroler, 215, 341
mikroprocesor, 216
mikroukład, 190
miliamper, 52, 93
moc, 31, 60
  prawa Joule'a, 113
  znamionowa, 93, 163, 232
  znamionowa rezystorów, 92
modelowanie działania tranzystorów, 177
modulacja czasu trwania impulsu, 234
modyfikowanie
  obwodów, 112
  stałej czasowej, 135
montaż
  powierzchniowy, 93, 199, 289
  przewlekany, 289
montowanie układów scalonych, 290
multimetr
  analogowy, 298
  cyfrowy, 298
multiwibrator
  astabilny, 209, 316
  bistabilny, 212
  monostabilny, 211
muzyka, 323

N

nadprzewodnik, 82
napięcie, 29, 56
  elektryczne, 27
  polaryzacji, 159
  prądu, 103
  przebicia, 163
  przewodzenia, 159
  robocze, 234
  wsteczne, 160
  znamionowe, 126
narzędzia, 40, 246
  ręczne, 41, 242
natężenie prądu, 35, 103

Kup książkę Poleć książkę

nawiązywanie połączeń, 70
neutrony, 25
nośniki ładunku, 26
noty aplikacyjne, 202
numer części, 265

O

obciążenie, 32
obliczanie
  mocy, 60
  natężenia prądu, 104, 111
  rezystancji, 107
  rezystancji zastępczej obwodu, 110
  spadku napięcia, 111
  stałej czasowej, 145
  wartości napięcia prądu, 105
obniżanie napięcia, 153
obserwowanie ładowania kondensatora, 119
obudowa, 198
obwód, 31, 49
  elektryczny, 24
  ładujący, 135
  mieszany, 71
  migacza, 315
  RC, 132, 134
  rezonansowy, 150
  RL, 145
  rozładowujący, 135
  skali C-dur, 323
  strojony, 150
  z baterią, 262
  z diodą LED, 53, 55
  z internetu, 339
  zamknięty, 49
ochrona
  przed przepięciami, 169
  zdrowia, 250
odczytywanie wartości
  kondensatorów, 127
  rezystorów, 89
ogniwa
  fotoelektryczne, 35
  fotowoltaiczne, 35
  słoneczne, 35
ograniczanie
  ilości prądu, 316
  przepływu prądu, 83
om, 82
omomierz, 296
opaska antystatyczna, 42, 256
opór, 81
oscylator, 151
oscyloskop, 340
oznaczenia
  elementów elektronicznych, 265
  masy, 264
  indukcyjności, 148

P

panel słoneczny, 224
para Darlingtona, 186
parametry tranzystorów, 183
pasmo częstotliwości, 231
pasywne czujniki ruchu, 229
pierwiastek, 25
piksel, 37
pin header, 220
płytka
  drukowana, 76, 289
  perforowana, 289
  prototypowa, 40, 46, 55
  stykowa, 247, 276, 279
  perforowana, 289
pobieranie prądu stałego, 33
początek, 133
podstawka lutownicy, 241
pojemności kondensatorów, 128
pojemność
  elektryczna, 124
  zastępcza, 132
polaryzacja
  diod, 159
  kondensatorów, 127
  przewodząca, 159
  tranzystora, 180
  zaporowa, 159
pole, 289
połączenia
  równoległe, 65
  szeregowe, 64
pomiar
  napięcia, 57
  napięcia prądu, 303
  natężenia prądu, 304
  rezystancji, 305
potencjał napięcia, 29
potencjometr, 44, 87–92, 306
  dostrojczy, 92
  obrotowy, 91
  suwakowy, 92

Kup książkę Poleć książkę

potencjometry
pozycja
  otwarta, 69
  zamknięta, 69
półprzewodniki, 35, 53, 155
  typu n, 157
  typu p, 157
półprzewodnikowy czujnik temperatury, 229
półsumator, 195
praca, 31
prawo
  Joule'a, 113
  Ohma, 72, 101, 110
prąd, 24, 25, 30, 59
  impuls, 165
  konwencjonalny, 262
  przemienny, 33, 35
  przewodzenia, 159, 165
  stały, 33
  szczytowy, 165
  wpływający, 202
  wypływający, 202
  z baterii, 53
prędkość obrotowa, 234
projektowanie obwodów, 112
prostowanie
  pełnookresowe, 163
  półokresowe, 163
  prądu zmiennego, 162
prostownik, 162
protony, 25, 26
przeciwstawne zmiany prądu, 144
przekaźnik, 70
przekładnia, 234
przekroczenie zakresu, 299
przekrój materiału, 82
przełączanie sygnałów, 182
przełącznik, 43, 50, 69
  DPDT, 71
  DPST, 70
  dwustabilny, 69
  jednobiegunowy, 70
  kołyskowy, 69
  listkowy, 69
  przyciskowy, 69
  SPDT, 70, 119
  SPST, 70
  suwakowy, 69
  tranzystorowy, 178
  włącz-włącz, 73
przepływ prądu, 101
przepuszczanie prądu zmiennego, 122
przetwarzanie danych, 193
przetwornica prądu, 35
przetworniki
  wejściowe, 230
  wyjściowe, 230
przewodniki, 27
przewody, 218, 219
przewodzenie prądu przez diodę, 160
przycisk
  pojedynczy, 69
  rozwierny, 70
  zwierny, 70

R

Raspberry Pi, 342
redukowanie napięcia, 85
regulacja głośności, 327
regulator napięcia, 163, 203
rejestr, 198
reostat, 87, 92
rezonans, 149
rezystancja, 81, 82, 103
  zastępcza, 94, 99
rezystor, 39, 44, 53, 81, 306
  nastawny, 87, 90
  precyzyjny, 88
  równoległy, 111
  stały, 87
rezystywność, 82
rodzaje
  baterii, 222
  materiałów, 82
  mierników uniwersalnych, 296
  płytek drukowanych, 289
  przetworników, 230
  rezystorów, 87
  układów scalonych, 206
rozlutowywanie, 287
rozładowywanie, 133
  elektrostatyczne, 256
  kondensatorów, 117
rozmiary
  kondensatorów, 126
  płytek stykowych, 279
rozpoznawanie rezystorów, 93
równoległe łączenie
  kondensatorów, 130
  rezystorów, 96
różnica potencjałów, 29, 58
rysowanie linii, 140

Kup książkę Poleć książkę

S

samoindukcja, 152
schemat, 36
  blokowy, 260
  ideowy, 259
  świetlnego alarmu, 321
SEM, 28
silniki prądu
  przemiennego, 147
  stałego, 233
siła elektromotoryczna, 28
sklepy, 343
składania układu, 198
spadek
  napięcia, 29, 58
  potencjału, 29
sprawdzanie
  bezpieczników, 310
  diod, 308
  kondensatorów, 307
  obwodów, 311
  obwodu, 318
  potencjometrów, 306
  przełączników, 310
  przewodów i kabli, 309
  rezystorów, 306
  tranzystorów, 309
sprzężenie transformatorowe, 152
stacje radiowe, 149
stała czasowa obwodu RC, 134
stan
  pełnego naładowania, 133
  tranzystora, 178
sterowanie
  działaniem przełącznika, 69
  prądem, 79
  przepływem prądu, 169
  światłami, 330
stop lutowniczy, 241
stół warsztatowy, 239
struktura półprzewodników, 156
strumień magnetyczny, 140
styk zwierny
  podwójny, 70
  pojedynczy, 70
styki układów scalonych, 200
sygnalizacja świetlna, 332
sygnał
  elektryczny, 180
  przemienny, 340
symbole
  baterii lub fotoogniw, 263
  bramek logicznych, 269
  cewki indukcyjnej, 143
  elementów analogowych, 267
  elementów elektronicznych, 273
  kondensatorów, 130
  masy, 263, 265
  napięcia stałego, 263
  przekaźników, 270
  przełączników, 270
  przetworników wejściowych, 271
  źródeł zasilania, 262
symulowanie układów, 340
syrena, 325
systemy liczbowe, 192
szczypce do cięcia drutu, 242
szeregowe
  kondensatorów, 131
  łączenie rezystorów, 94
szerokość pasma, 206
szkło powiększające, 243
szum, 147
szyna zasilająca, 74

Ś

ściągacz izolacji, 243
ściemniacz światła, 24, 76
ścieżka, 32, 289
środki
  czyszczące, 243
  smarne, 244
śrubokręty, 243
światło z diod LED, 164

T

tabela prawdy, 195
tablica
  pierwszej pomocy, 253
  prawdy, 197
taktowanie
  pulsów, 316
  układów logicznych, 210
technika lutowania, 285
temperatura, 82
termistor, 82, 228
termoogniwo, 229
tolerancja kondensatorów, 129
topografia układu, 281

Kup książkę Poleć książkę

transformator, 152
  izolacyjny, 153
  obniżający napięcie, 153
  podwyższający napięcie, 153
tranzystory, 39, 45, 171, 177
  bipolarne, 173, 309
  mocy, 175
  npn, 173
  pnp, 173
  polowe, 174
  sygnałowe, 175
trzecia ręka, 243
tworzenie
  elementów logicznych, 197
  połączeń, 63
  zegarów, 124
typy termistorów, 228

U

ujście prądu, 202
układ
  555, 208, 210
  migacza, 316
układy
  analogowe, 191
  CMOS, 203
  elektroniczne, 24, 75
  elektryczne, 24
  scalone, 39, 45, 76, 189, 268
    cyfrowe, 191
    liniowe, 191
    mieszane, 191
umowny kierunek prądu, 52
urządzenia cyfrowe, 297
uziemianie narzędzi, 257
uziemienie, 59
uzwojenie
  pierwotne, 152
  wtórne, 152
użycie
  cewek indukcyjnych, 148
  układów scalonych, 198

W

warsztat, 238
wartości
  kondensatorów, 127
  rezystorów stałych, 89
  znamionowe, 88
  znamionowe diod, 160
wartość napięcia prądu, 103
wat, 31
wiązanie kowalentne, 156
własna płytka, 292
włączanie
  diody LED, 166
  prądu, 68
wolt, 28
woltomierz, 295
wtyczki, 220
wybór
  częstotliwości, 124
  przełącznika, 179
  rodzaju kondensatora, 126
  rodzaju przewodów, 218
  tranzystora, 182
  zakresu pomiaru, 299
wygładzanie
  napięcia, 124
  prądu, 148
wykonywanie pomiarów, 293
wykorzystywanie energii elektrycznej, 30
wykrywanie
  ciepła, 228
  intruzów, 320
wyładowania elektrostatyczne, 175, 255
wyłączanie prądu, 68
wyposażenie
  dodatkowe, 249
  warsztatu, 238
wytwarzanie
  pola magnetycznego, 141
  prądu, 27
wzmacniacz, 180
  dźwięku, 327
  odwracający, 207
  operacyjny, 206
  różnicowy, 207
  tranzystorowy, 178
wzmacnianie
  napięciowe, 181
  prądu, 184
  sygnałów, 172, 179
wzrost napięcia, 58

Z

zaciski szczękowe, 43, 54
zakres pomiaru, 299
zapobieganie uszkodzeniom płytek, 284

Kup książkę Poleć książkę

zasilacz
  sieciowy, 226
  stabilizowany, 35
zasilanie, 74, 220
zastosowania
  cewek indukcyjnych, 147
  diod, 169
  alarmu świetlnego, 322
  prawa Ohma, 106
zestaw początkowy, 248
zimny lut, 287
zintegrowane środowisko programistyczne, IDE, 216
złącza, 76, 157, 219
zmiany napięcia, 122
zwarcie, 32, 51
zwój, 143

Ź

źródło energii elektrycznej, 32

Kup książkę Poleć książkę

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

Stwórz własny warsztat pracy elektronika

Ta bogato ilustrowana kolorowymi schematami i zdjęciami książka zawiera szczegółowe instrukcje, jak przeprowadzać eksperymenty objaśniające zasadę działania różnych elementów elektronicznych, porady na temat sposobu posługiwania się podstawowymi narzędziami oraz ciekawe projekty, które można wykonać w pół godziny. Rozdział po rozdziale będziesz czuć przypływ energii, dzięki której przetworzysz teorię w praktykę!

- ***Podstawy układów elektronicznych* — dowiesz się, czym jest napięcie prądu, gdzie prąd może (a gdzie nie może) płynąć oraz jak w układach jest wykorzystywana moc.**
- ***Najważniejsze elementy elektroniczne* — dowiesz się, jak za pomocą rezystorów, kondensatorów, cewek indukcyjnych, diod i tranzystorów można panować nad prądem elektrycznym.**
- ***Wszechstronne układy* — dowiesz się, jak przy użyciu analogowych i cyfrowych układów scalonych zrealizować wartościowy projekt, wykorzystując tylko kilka elementów.**
- ***Analiza obwodów* — poznasz prawa rządzące napięciem i natężeniem prądu elektrycznego oraz nauczysz się je wykorzystywać.**
- ***Porady dotyczące bezpieczeństwa* — dowiesz się, jak chronić siebie — i swoje układy — przed uszkodzeniem.**

Cathleen Shamieh pisze na tematy dotyczące najnowszych zdobyczy techniki. Ma duże doświadczenie inżynieryjne i konsultingowe w elektronice medycznej, systemach przetwarzania mowy oraz telekomunikacji.

W książce znajdziesz:

- informacje jak drobne elementy zmieniają właściwości prądu
- praktyczny przewodnik po popularnych elementach elektronicznych
- wyjaśnienia, dlaczego tak ważne są prawo Ohma i inne prawa
- w jaki sposób tranzystory wzmacniają i przełączają prąd
- możliwości układu czasowego 555 (a może naprawdę dużo)
- podstawy elektroniki cyfrowej
- szczegółowe instrukcje budowy obwodów elektronicznych
- zabawne projekty, które można szybko samodzielnie wykonać

Ilustracja na okładce: Daniel Schweinert/shutterstock

PO ROZUM NA...
www.dlabystrzakow.pl
Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900 0 601 339900
septem
septem.pl
Sprawdź najnowsze promocje: http://dlabystrzakow.pl/promocje
Książki najchętniej czytane: http://dlabystrzakow.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach: http://dlabystrzakow.pl/nowosci
Helion SA: ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice, tel.: 32 230 98 63
e-mail: rady@dlabystrzakow.pl http://dlabystrzakow.pl

Cena 49,00 zł
ISBN 978-83-283-2764-1
9 788328 327641