

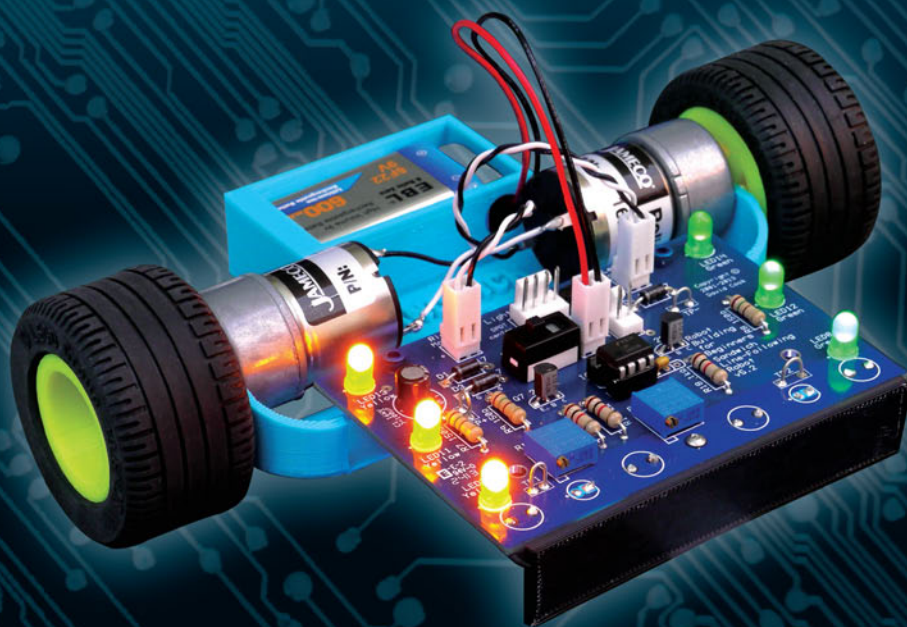


TECHNOLOGY IN ACTION™

Apress®

# Budowa robotów dla początkujących

Wydanie III



David Cook

Helion

Tytuł oryginału: Robot Building for Beginners, Third Edition

Tłumaczenie: Konrad Matuk z wykorzystaniem fragmentów książki „Budowa robotów dla początkujących” w tłumaczeniu Jacka Janczyka i Łukasza Piwko

ISBN: 978-83-283-2469-5

Original edition copyright © 2015 by David Cook.  
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2016 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/budro3>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

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

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

# Spis treści

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>O autorze .....</b>                                       | <b>17</b> |
| <b>Podziękowania .....</b>                                   | <b>19</b> |
| <b>Wprowadzenie .....</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>Rozdział 1. Witaj, twórcu robotów! .....</b>              | <b>23</b> |
| Cztery dziedziny .....                                       | 23        |
| Anatomia amatorskiego robota .....                           | 24        |
| Układy sterujące .....                                       | 25        |
| Zasilanie elektryczne .....                                  | 25        |
| Czujniki .....                                               | 27        |
| Napęd i interakcja z otoczeniem .....                        | 28        |
| Pozostałe elementy .....                                     | 29        |
| Korpus .....                                                 | 30        |
| Proces budowy .....                                          | 31        |
| Kawałek po kawałku .....                                     | 31        |
| Tworzenie komponentów .....                                  | 31        |
| Wyluzuj i baw się dobrze .....                               | 32        |
| Znajdź towarzyszy i pomoc .....                              | 32        |
| Dalej w las .....                                            | 33        |
| <b>Rozdział 2. Gdzie zdobyć narzędzia i podzespoły .....</b> | <b>35</b> |
| Zamów bezpłatne informacje .....                             | 35        |
| Odczytaj ukryte informacje .....                             | 37        |
| Zwróć uwagę na tabele .....                                  | 37        |
| Licz części .....                                            | 37        |
| Porównuj ceny .....                                          | 37        |
| Oszczędzaj pieniądze .....                                   | 38        |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Rozdział 3. Zasady bezpieczeństwa .....</b>                             | <b>41</b> |
| Korzystaj z wieku i doświadczenia .....                                    | 41        |
| Przestrzegaj instrukcji .....                                              | 41        |
| Czytanie etykiet na środkach chemicznych .....                             | 42        |
| Noś okulary ochronne .....                                                 | 42        |
| Zawieszaj okulary albo kładź szkłem do góry .....                          | 43        |
| Używaj ubrań ochronnych .....                                              | 43        |
| Zapewnij właściwą wentylację .....                                         | 43        |
| Właściwie przechowuj materiały i narzędzia .....                           | 44        |
| Informuj o tym, co robisz i czego używasz .....                            | 44        |
| Umyj się przed jedzeniem .....                                             | 44        |
| Unikaj groźnych substancji .....                                           | 44        |
| Ołów .....                                                                 | 45        |
| Rtęć .....                                                                 | 45        |
| Kadm .....                                                                 | 46        |
| Kupuj bezpieczne części z oznaczeniem RoHS .....                           | 46        |
| Porażenia .....                                                            | 47        |
| Prąd stały czy prąd przemienny .....                                       | 47        |
| Używaj akumulatorów i firmowych ładowarek .....                            | 47        |
| Użycie bezpieczników automatycznych i wyłączników różnicowoprądowych ..... | 48        |
| Zadbaj o uziemienie .....                                                  | 49        |
| Odlączaj zasilanie .....                                                   | 49        |
| Trzymaj się z daleka od niebezpiecznych robotów .....                      | 50        |
| Dobierz rozmiar silników .....                                             | 50        |
| Dobierz oświetlenie .....                                                  | 50        |
| Bądź wypoczęty i zrównoważony .....                                        | 51        |
| <b>Rozdział 4. Uniwersalny miernik cyfrowy .....</b>                       | <b>53</b> |
| Niezbędne cechy .....                                                      | 54        |
| Powinien to być miernik cyfrowy .....                                      | 54        |
| Ilość wyświetlanych cyfr .....                                             | 54        |
| Pomiar napięcia stałego .....                                              | 55        |
| Pomiar prądu stałego .....                                                 | 55        |
| Pomiar rezystancji .....                                                   | 55        |
| Końcówki lub wyprowadzenia testowe .....                                   | 55        |
| Bezpiecznik lub zabezpieczenie przed przeciążeniem .....                   | 55        |
| Przydatne cechy .....                                                      | 56        |
| Pomiar pojemności .....                                                    | 56        |
| Badanie diod .....                                                         | 56        |
| Badanie ciągłości obwodu .....                                             | 56        |
| Pomiar częstotliwości .....                                                | 56        |
| Pomiar wypełnienia przebiegu .....                                         | 57        |
| Automatyczny dobór zakresów .....                                          | 57        |
| Automatyczne wyłączanie .....                                              | 58        |
| Pomiar tranzystorów .....                                                  | 58        |
| Podwójny wyświetlacz .....                                                 | 58        |

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| Pomiar wartości maksymalnej .....                                 | 58        |
| Pomiar wartości minimalnej .....                                  | 59        |
| Podstawka .....                                                   | 59        |
| Dodatkowe cechy .....                                             | 59        |
| Pomiar indukcyjności .....                                        | 59        |
| Interfejs komunikacyjny RS-232 lub USB .....                      | 59        |
| Funkcja oscyloskopu .....                                         | 60        |
| Podświetlenie .....                                               | 60        |
| Stoper (miernik) szerokości impulsu .....                         | 60        |
| Pomiar temperatury .....                                          | 60        |
| Pomiar natężenia dźwięku .....                                    | 61        |
| Licznik zdarzeń .....                                             | 61        |
| Wskaźnik paskowy .....                                            | 61        |
| Zatrzymanie wartości pomiaru .....                                | 61        |
| Podtrzymanie odczytu .....                                        | 61        |
| Pomiar stanów logicznych .....                                    | 61        |
| Pamięć pomiarów .....                                             | 62        |
| Pomiar względny .....                                             | 62        |
| Pomiar przesunięcia .....                                         | 62        |
| Wykrywanie przekroczenia zadanego poziomu .....                   | 62        |
| Uchwyt lub gumowa osłona .....                                    | 62        |
| Funkcje dotyczące prądu przemiennego .....                        | 63        |
| Pomiar napięcia przemiennego .....                                | 63        |
| Pomiar „True RMS” (prawdziwej wartości skutecznej) .....          | 63        |
| Pomiar prądu przemiennego .....                                   | 63        |
| Zdobądź zaciski haczykowe .....                                   | 63        |
| Porównanie konkretnych mierników .....                            | 64        |
| Możliwości taniego miernika .....                                 | 64        |
| Możliwości miernika ze średniej półki .....                       | 66        |
| Możliwości miernika klasy wyższej .....                           | 67        |
| Porównanie cen i możliwości .....                                 | 69        |
| Inne mierniki .....                                               | 69        |
| Nie pracuj bez miernika .....                                     | 69        |
| <b>Rozdział 5. Wartości i jednostki .....</b>                     | <b>71</b> |
| Wybór systemu metrycznego .....                                   | 71        |
| Pozbywanie się potęg tysiąca .....                                | 71        |
| „M” i „m” .....                                                   | 73        |
| Alternatywa dla greckiego „mikro” .....                           | 73        |
| Skróty dla jednostek .....                                        | 74        |
| Gdy brakuje miejsca .....                                         | 74        |
| Określanie brakującej jednostki .....                             | 75        |
| Rozkodowanie trzech cyfr .....                                    | 76        |
| Zamiana kolorów na wartości .....                                 | 76        |
| Określenie wartości elementu przy użyciu miernika cyfrowego ..... | 78        |
| Omówiłem podstawy .....                                           | 78        |

|                    |                                                                     |            |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Rozdział 6.</b> | <b>Robot podążający wzdłuż linii .....</b>                          | <b>79</b>  |
|                    | Budowa trasy .....                                                  | 80         |
|                    | Powierzchnia trasy .....                                            | 80         |
|                    | Oświetlenie trasy .....                                             | 80         |
|                    | Linia wyznaczająca trasę .....                                      | 80         |
|                    | Zakręty i przecięcia linii .....                                    | 82         |
|                    | Budowa trasy — podsumowanie .....                                   | 83         |
|                    | Wybór rozmiaru robota .....                                         | 83         |
|                    | Przedstawiam „Kanapkę” .....                                        | 84         |
|                    | Anatomia „Kanapki” .....                                            | 84         |
|                    | Korpus „Kanapki” .....                                              | 89         |
|                    | Budowa .....                                                        | 92         |
| <b>Rozdział 7.</b> | <b>Baterie i akumulatory 9-woltowe .....</b>                        | <b>93</b>  |
|                    | Pomiar napięcia baterii .....                                       | 94         |
|                    | Przygotowanie miernika do pomiaru napięcia .....                    | 94         |
|                    | Interpretacja wyników pomiaru .....                                 | 95         |
|                    | Charakterystyka baterii i akumulatorów 9-woltowych .....            | 96         |
|                    | Zalecenia dla ogniw 9-woltowych .....                               | 97         |
|                    | Polecane ogniwa .....                                               | 97         |
|                    | Niepolecane ogniwa .....                                            | 100        |
|                    | Marki i producenci ogniw .....                                      | 101        |
|                    | Użycie ogniw 9-woltowych w robotach .....                           | 102        |
|                    | Montaż baterii .....                                                | 102        |
|                    | Idźmy z prądem .....                                                | 103        |
| <b>Rozdział 8.</b> | <b>Zaciski i końcówki pomiarowe .....</b>                           | <b>105</b> |
|                    | Krokodyle są dziś głodne .....                                      | 105        |
|                    | Zaciski haczykowe .....                                             | 106        |
|                    | Sprawdzanie przewodów pomiarowych .....                             | 107        |
|                    | Ustawienie trybu pomiaru ciągłości obwodów .....                    | 107        |
|                    | Test otwartego obwodu .....                                         | 108        |
|                    | Test zamkniętego obwodu .....                                       | 109        |
|                    | Test połączenia przewodem mostkującym z krokodylkami .....          | 109        |
|                    | Wykrywanie niepożądanych połączeń .....                             | 110        |
|                    | Hydraulik z kabelkami .....                                         | 111        |
| <b>Rozdział 9.</b> | <b>Rezystory .....</b>                                              | <b>113</b> |
|                    | Ograniczanie napięcia i prądu za pomocą rezystorów .....            | 113        |
|                    | Zdobądź zestaw rezystorów o różnych wartościach .....               | 114        |
|                    | Dlaczego ważny jest rozmiar i tolerancja .....                      | 114        |
|                    | Wycinanki .....                                                     | 115        |
|                    | Zaopatr się w cążki do cięcia przewodów .....                       | 115        |
|                    | Rezystancja i omy .....                                             | 116        |
|                    | Pomiar rezystancji .....                                            | 117        |
|                    | Interpretacja wartości rezystancji wyświetlanej przez miernik ..... | 117        |
|                    | Poznaj zakresy pomiarowe rezystancji .....                          | 118        |
|                    | Sprawdzanie wartości rezystora on-line .....                        | 119        |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Oznaczanie i przechowywanie .....                                                 | 119        |
| Zdobądź pojemniki na części .....                                                 | 120        |
| Powstrzymaj pokusę, aby kawałek przeskoczyć .....                                 | 120        |
| <b>Rozdział 10. Diody świejące (LED) .....</b>                                    | <b>121</b> |
| Cechy diod świejących .....                                                       | 121        |
| Rozmiary diod świejących .....                                                    | 121        |
| Kształty diod świejących .....                                                    | 123        |
| Przejrzystość obudowy diody .....                                                 | 124        |
| Kąty widzenia .....                                                               | 125        |
| Kolory diod .....                                                                 | 125        |
| Jasność diod świejących .....                                                     | 126        |
| Sprawność diod świejących .....                                                   | 127        |
| Spojrzenie z bliska na budowę diody .....                                         | 127        |
| Rozróżnianie diod wielokolorowych .....                                           | 128        |
| Diody dwukolorowe .....                                                           | 129        |
| Diody trójkolorowe lub trójstanowe .....                                          | 129        |
| Diody pełnokolorowe .....                                                         | 129        |
| Sprawdzanie diod świejących .....                                                 | 130        |
| Przygotowanie miernika do badania diody .....                                     | 130        |
| Interpretacja wyników badania diody świejącej .....                               | 131        |
| Diody w zestawach .....                                                           | 132        |
| Rozświetlamy drogę .....                                                          | 133        |
| <b>Rozdział 11. Włączamy zasilanie! .....</b>                                     | <b>135</b> |
| Poznajemy listę elementów .....                                                   | 135        |
| Sprawdzanie części przed montażem .....                                           | 135        |
| Czytanie schematów elektrycznych .....                                            | 136        |
| Budujemy obwód wskaźnika zasilania .....                                          | 137        |
| Czy widzisz światło? .....                                                        | 138        |
| Kilka eksperymentów z obwodem wskaźnika zasilania .....                           | 138        |
| Zadania każdego z elementów .....                                                 | 138        |
| Pomiary obwodu wskaźnika zasilania .....                                          | 138        |
| Pomiar napięcia w obwodzie .....                                                  | 139        |
| Pomiar prądu .....                                                                | 142        |
| Obliczanie żywotności baterii .....                                               | 143        |
| Nie próbuj mierzyć napięcia z przewodem włożonym do gniazda do pomiaru prądu .... | 146        |
| Podsumowanie wiedzy o obwodach .....                                              | 147        |
| <b>Rozdział 12. Budowa prototypów bez lutowania .....</b>                         | <b>149</b> |
| Potrzeba czegoś lepszego .....                                                    | 149        |
| Płytki montażowe niewymagające lutowania .....                                    | 149        |
| Połączenia w otworkach .....                                                      | 150        |
| Gniazda przyłączeniowe .....                                                      | 154        |
| Płytki stykowe wysoce pożądane .....                                              | 155        |
| Przewody do pracy z płytkami stykowymi .....                                      | 156        |
| Wybór przewodów mostkujących .....                                                | 157        |



|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Jak zrobić własne przewody mostkujące .....                                          | 159        |
| Usuwanie izolacji z końcówek przewodu .....                                          | 159        |
| Przycięcie przewodu do odpowiedniej długości .....                                   | 160        |
| Zagięcie końcówek przewodu .....                                                     | 161        |
| Połączenia .....                                                                     | 163        |
| <b>Rozdział 13. Przygotowanie płytki prototypowej do pracy .....</b>                 | <b>165</b> |
| Rozważania na temat źródła zasilania .....                                           | 165        |
| Zatrzaski do baterii 9 V .....                                                       | 166        |
| Podłączenie zasilania do gniazd przyłączeniowych .....                               | 166        |
| Wybór wyłącznika zasilania .....                                                     | 167        |
| Co oznacza SPDT? .....                                                               | 168        |
| Montaż wyłącznika zasilania na płytce prototypowej .....                             | 169        |
| Połączenie szyn zasilających .....                                                   | 169        |
| Dopasowanie końcówek pomiarowych miernika<br>przy użyciu przewodu mostkującego ..... | 170        |
| Podłączanie dolnej szyny zasilającej .....                                           | 171        |
| Podział na środku .....                                                              | 171        |
| Montaż diodowego wskaźnika zasilania .....                                           | 171        |
| Pomiar napięcia w wybranych punktach .....                                           | 172        |
| Przycinanie wyprowadzeń .....                                                        | 173        |
| Cała prawda o wyłączniku zasilania robota .....                                      | 173        |
| Gotowi na więcej? .....                                                              | 174        |
| <b>Rozdział 14. Rezystory zmienne .....</b>                                          | <b>175</b> |
| Potencjometry .....                                                                  | 175        |
| Potencjometr dostrojczy .....                                                        | 176        |
| Obracanie pokrętła .....                                                             | 177        |
| Zakup trymerów .....                                                                 | 177        |
| Pomiary potencjometru .....                                                          | 177        |
| Obwód z diodą świecącą o regulowanej jasności .....                                  | 179        |
| Budowa obwodu z diodą świecącą o regulowanej jasności .....                          | 180        |
| Obwód równoważenia jasności diod .....                                               | 180        |
| Budowa obwodu pozwalającego na zrównoważenie jasności diod .....                     | 181        |
| Fotorezystory na bazie siarczku kadmu .....                                          | 182        |
| Wybór fotorezystorów .....                                                           | 182        |
| Doświadczenie z fotorezystorem .....                                                 | 183        |
| Obwód sterowany światłem .....                                                       | 183        |
| Zrównoważony układ odczytu jasności .....                                            | 184        |
| Lista elementów .....                                                                | 184        |
| Czujniki w parach .....                                                              | 184        |
| Dobieranie fotorezystorów .....                                                      | 185        |
| Potencjometr do równoważenia rezystancji .....                                       | 186        |
| Rezystor ograniczający prąd .....                                                    | 186        |
| Punkty testowe .....                                                                 | 186        |
| Zamiana rezystancji na napięcie przy użyciu dzielnika napięcia .....                 | 189        |
| Budujemy zrównoważony układ odczytu jasności .....                                   | 189        |
| Niemożność zbalansowania układu odczytu jasności .....                               | 190        |



|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Rozdział 15. Komparatory .....</b>                                        | <b>191</b> |
| Komparator napięciowy .....                                                  | 191        |
| Analiza układu LM393 .....                                                   | 192        |
| Zakup komparatorów .....                                                     | 194        |
| Obwód porównywania jasności z komparatorem .....                             | 195        |
| Porównanie schematu elektrycznego z diagramem połączeń .....                 | 195        |
| Oznaczenia elementów .....                                                   | 196        |
| Rysowanie połączonych i niepołączonych przewodów .....                       | 196        |
| Zasada działania obwodu porównywania jasności z komparatorem .....           | 196        |
| Lista elementów obwodu porównywania jasności z komparatorem .....            | 197        |
| Budowa obwodu porównywania jasności opartego na komparatorze .....           | 197        |
| Dodajemy reflektory .....                                                    | 200        |
| Działanie obwodu reflektorów z dwiema diodami LED .....                      | 200        |
| Budowa obwodu reflektorów .....                                              | 202        |
| Powtarzamy sztuczkę z połączeniem kilku diod .....                           | 202        |
| Doceniamy prostotę .....                                                     | 203        |
| <b>Rozdział 16. Przełączniki tranzystorowe .....</b>                         | <b>205</b> |
| Czym jest „plus” i „minus” zasilania .....                                   | 206        |
| Poznajemy tranzystor 2907A .....                                             | 206        |
| Badanie miernikiem tranzystora bipolarnego .....                             | 207        |
| Badanie miernikiem wyposażonym w gniazdo pomiaru tranzystorów .....          | 208        |
| Badanie tranzystora, gdy nie posiadasz noty katalogowej .....                | 210        |
| Badanie tranzystora miernikiem wyposażonym jedynie w tryb badania diod ..... | 211        |
| Obwody pomiarowe dla tranzystorów bipolarnych .....                          | 212        |
| Schemat obwodu do badania tranzystorów PNP .....                             | 212        |
| Budowa obwodu do badania tranzystorów PNP .....                              | 213        |
| Schemat obwodu do badania tranzystorów NPN .....                             | 214        |
| Budowa obwodu do badania tranzystorów NPN .....                              | 215        |
| Obwód porównywania jasności z tranzystorami .....                            | 216        |
| Obliczanie wartości rezystorów ograniczających .....                         | 216        |
| Budowa obwodu porównywania jasności z komparatorem i tranzystorami .....     | 218        |
| Podsumowanie informacji o tranzystorach PNP i NPN .....                      | 218        |
| <b>Rozdział 17. Silniki prądu stałego .....</b>                              | <b>219</b> |
| Zasada działania silnika prądu stałego .....                                 | 219        |
| Rzut oka do wnętrza komutatorowego silnika prądu stałego                     |            |
| z magnesami trwałymi i żelaznym rdzeniem .....                               | 220        |
| Zaglądamy do wnętrza silnika bezszczotkowego .....                           | 223        |
| Budowa silnika komutatorowego z magnesem trwałym, ale bez rdzenia .....      | 225        |
| Prosty obwód z silnikiem prądu stałego .....                                 | 226        |
| Wybór silnika .....                                                          | 226        |
| Wybór baterii .....                                                          | 227        |
| Budowa prostego obwodu z silnikiem prądu stałego .....                       | 227        |
| Podstawowe parametry silników prądu stałego .....                            | 228        |
| Prędkość obrotowa silników prądu stałego .....                               | 229        |
| Moment obrotowy silników .....                                               | 231        |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Charakterystyka napięciowa silnika prądu stałego .....                        | 234        |
| Charakterystyka prądowa silnika prądu stałego .....                           | 235        |
| Sprawność silnika prądu stałego .....                                         | 238        |
| Głośność silnika .....                                                        | 239        |
| Zakłócenia (szumy) elektryczne wnoszone przez silnik prądu stałego .....      | 239        |
| Ciężar silników elektrycznych .....                                           | 240        |
| Wymiary silników .....                                                        | 240        |
| Podsumowanie właściwości silników prądu stałego .....                         | 241        |
| Silniki z przekładnią .....                                                   | 241        |
| Budowa silnika z przekładnią zębatą .....                                     | 242        |
| Współczynnik przełożenia przekładni .....                                     | 243        |
| Niedoskonałość zamiany prędkości na moment obrotowy .....                     | 245        |
| Wady stosowania przekładni .....                                              | 245        |
| Porównanie przekładni planetarnych i zębatych .....                           | 246        |
| Dobór silnika z przekładnią .....                                             | 247        |
| Co dalej? .....                                                               | 247        |
| <b>Rozdział 18. Dodajemy silniki z przekładnią .....</b>                      | <b>249</b> |
| Wybór silnika z przekładnią .....                                             | 249        |
| Zakup silników z przekładnią .....                                            | 250        |
| Badamy silnik z przekładnią .....                                             | 251        |
| Dodajemy silniki do naszego obwodu porównywania jasności z komparatorem ..... | 253        |
| Poznajemy diodę .....                                                         | 254        |
| Dołączenie silników do obwodu porównywania jasności .....                     | 255        |
| Zakończyliśmy część elektroniczną .....                                       | 257        |
| <b>Rozdział 19. Koła .....</b>                                                | <b>259</b> |
| Budowa koła .....                                                             | 259        |
| Cechy kół robota .....                                                        | 260        |
| Wypełnienie powietrzem .....                                                  | 260        |
| Kształty opon .....                                                           | 261        |
| Szerokość opon .....                                                          | 261        |
| Średnica opony .....                                                          | 263        |
| Wybieramy koła dla robota .....                                               | 265        |
| Wybór kół dla „Kanapki” .....                                                 | 266        |
| Określenie minimalnej i maksymalnej średnicy kół .....                        | 266        |
| Określanie maksymalnej średnicy w zależności od prędkości .....               | 268        |
| Mój wybór kół dla robota „Kanapki” .....                                      | 268        |
| Wybór innych kół dla „Kanapki” .....                                          | 270        |
| Czyszczenie opon .....                                                        | 272        |
| Na kołach do przodu .....                                                     | 273        |
| <b>Rozdział 20. Łączniki .....</b>                                            | <b>275</b> |
| Inne rozwiązania .....                                                        | 275        |
| Ręczne wykonanie łączników .....                                              | 276        |
| Drukowanie łączników za pomocą drukarki 3D .....                              | 276        |

|                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| Rurki .....                                                       | 276        |
| Wybór materiału na rurkę .....                                    | 276        |
| Zakup rurek o odpowiednich rozmiarach .....                       | 277        |
| Mierzenie i cięcie rurek .....                                    | 279        |
| Określanie i oznaczanie długości rurek .....                      | 279        |
| Cięcie rurek .....                                                | 279        |
| Szlifowanie uciętej krawędzi .....                                | 282        |
| Testowanie uciętych kawałków .....                                | 282        |
| Osie krzyżakowe LEGO .....                                        | 283        |
| Wybór osi o odpowiedniej długości .....                           | 283        |
| Zakup osi krzyżakowych z klocków LEGO .....                       | 284        |
| Klejenie części łącznika .....                                    | 284        |
| Rozklejanie się elementów .....                                   | 284        |
| Montaż wkrętu dociskowego .....                                   | 286        |
| Oznaczanie miejsca do wywiercenia otworu na wkręt dociskowy ..... | 286        |
| Stojak do wiertarki .....                                         | 286        |
| Wiercenie otworu na wkręt dociskowy .....                         | 288        |
| Gwintowanie otworu .....                                          | 288        |
| Wkładanie wkrętu dociskowego .....                                | 289        |
| Wspaniały łącznik .....                                           | 289        |
| <b>Rozdział 21. Sprzęt do lutowania .....</b>                     | <b>291</b> |
| Drut do lutowania .....                                           | 292        |
| Topnik .....                                                      | 293        |
| Lutownica .....                                                   | 293        |
| Podstawka pod lutownicę .....                                     | 295        |
| Gąbka .....                                                       | 295        |
| Uchwyt pomocniczy .....                                           | 296        |
| Odsysacze do cyny .....                                           | 297        |
| Lutowanie krok po kroku .....                                     | 298        |
| Do biegu gotowi: lutujemy .....                                   | 298        |
| <b>Rozdział 22. Lutowanie i łączenie .....</b>                    | <b>299</b> |
| Montaż silników i przełączników .....                             | 299        |
| Montaż silników .....                                             | 300        |
| Montaż przełącznika trybu śledzenia linii .....                   | 311        |
| Obwód diodowego oświetlenia „komory silników” .....               | 315        |
| Kończenie pracy .....                                             | 317        |
| Lutowanie .....                                                   | 318        |
| <b>Rozdział 23. Finalny montaż elementów na płytce .....</b>      | <b>319</b> |
| Układ śledzenia linii .....                                       | 319        |
| Optymalizacja wydajności działania robota .....                   | 321        |
| Lutowanie punktowe a lutowanie na płytce drukowanej .....         | 322        |
| Lutowanie punktowe układu śledzenia linii .....                   | 324        |
| Testowanie układu robota .....                                    | 330        |
| Uwaga na niską rezystancję .....                                  | 330        |
| Nieprzylutowane wyprowadzenia .....                               | 331        |

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Sprawdź wszystkie wyprowadzenia połączone bezpośrednio<br>do dodatniego źródła napięcia ..... | 331        |
| Pomiar rezystancji całego obwodu .....                                                        | 331        |
| Pomiar spadku napięcia .....                                                                  | 333        |
| Podgrzewanie spoin z lutowia .....                                                            | 333        |
| Wstrzymaj oddech .....                                                                        | 334        |
| <b>Rozdział 24. Korpus, czyli obudowa .....</b>                                               | <b>335</b> |
| Wybór obudowy .....                                                                           | 335        |
| Bujanie w obłokach, czyli wymyślanie obudowy idealnej .....                                   | 335        |
| Sprowadzenie na ziemię, czyli szukanie dostępnych części .....                                | 335        |
| Projektowanie własnej obudowy .....                                                           | 336        |
| Drukowanie w trójwymiarze .....                                                               | 338        |
| Korzystanie z gotowych produktów .....                                                        | 338        |
| Obudowa z pojemnika na kanapki .....                                                          | 339        |
| Wycinanie otworów na silniki .....                                                            | 339        |
| Montowanie silników .....                                                                     | 342        |
| Montaż rurki podtrzymującej silniki .....                                                     | 344        |
| Montaż silników i rurki .....                                                                 | 348        |
| Montaż przełączników i oprawki baterii .....                                                  | 348        |
| Montaż płytki układu .....                                                                    | 350        |
| Wiercenie otworów na potencjometri .....                                                      | 354        |
| Wycinanie okna w wieczku pojemnika .....                                                      | 354        |
| Czynności końcowe .....                                                                       | 355        |
| Zwarty i gotowy .....                                                                         | 355        |
| <b>Rozdział 25. Uruchamianie robota .....</b>                                                 | <b>357</b> |
| Poprawki i dostrajanie .....                                                                  | 357        |
| Oględziny .....                                                                               | 357        |
| Próbne uruchomienie — jazda po prostej linii .....                                            | 361        |
| Rozwiązywanie typowych problemów .....                                                        | 361        |
| Czy on jedzie prosto? .....                                                                   | 365        |
| Dziewicza podróż .....                                                                        | 367        |
| Rozwiązywanie problemów ze sterowaniem .....                                                  | 367        |
| Możliwości udoskonalania .....                                                                | 368        |
| Zabezpieczenie przed niepoprawnym podłączeniem baterii .....                                  | 368        |
| Zapobieganie przepięciom przy użyciu kondensatorów .....                                      | 369        |
| Poprawianie podążania za linią .....                                                          | 370        |
| Podsumowanie .....                                                                            | 372        |
| <b>Rozdział 26. Prostsza, mniejsza i tańsza „Kanapka” .....</b>                               | <b>373</b> |
| Modyfikacja modułu czujników .....                                                            | 373        |
| Zmniejszanie rezystancji czujnika światła .....                                               | 373        |
| Jazda po linii prostej .....                                                                  | 375        |
| Modyfikacja czy tworzenie od podstaw? .....                                                   | 375        |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| Redukcja kosztów i zwiększenie możliwości .....                         | 375        |
| Mniejsze obudowy .....                                                  | 378        |
| Zwiększanie funkcjonalności .....                                       | 380        |
| Redukcja kosztów .....                                                  | 381        |
| Ciągle zmiany .....                                                     | 383        |
| <b>Rozdział 27. Dalszy rozwój .....</b>                                 | <b>385</b> |
| Części do robotów .....                                                 | 385        |
| Układy logiczne .....                                                   | 385        |
| Mikrokontrolery .....                                                   | 386        |
| Stabilizatory napięcia .....                                            | 387        |
| Kondensatory .....                                                      | 389        |
| Wykorzystanie energii słonecznej .....                                  | 390        |
| Drabinki rezystorów .....                                               | 391        |
| Przyciski .....                                                         | 392        |
| Przełączniki DIP .....                                                  | 392        |
| Zworki .....                                                            | 393        |
| Czujnik nachylenia .....                                                | 394        |
| Czujniki temperatury .....                                              | 394        |
| Czujniki dotyku .....                                                   | 395        |
| Wykrywanie przedmiotów i zdalne sterowanie za pomocą podczerwieni ..... | 395        |
| Czujnik odległości i przedmiotów .....                                  | 396        |
| Oscylatory i rezonatory kwarcowe .....                                  | 397        |
| Dźwięk .....                                                            | 397        |
| Przekaźniki .....                                                       | 398        |
| Koła zębate .....                                                       | 399        |
| Serwomechanizmy .....                                                   | 400        |
| Kodery, czyli mierzenie prędkości obrotowej kół .....                   | 400        |
| Wyświetlacze .....                                                      | 401        |
| Bezprzewodowe sterowanie i przesyłanie danych .....                     | 402        |
| Codzienne wyzwania .....                                                | 402        |
| Robot do podlewania kwiatów .....                                       | 402        |
| Wózek na kompost .....                                                  | 403        |
| Robot śmieciarz .....                                                   | 403        |
| Robot do mycia okien .....                                              | 403        |
| Dachowy dozorca .....                                                   | 403        |
| Miniaturowy pług do odśnieżania .....                                   | 403        |
| Pogromca ślimaków .....                                                 | 404        |
| Robot listonosz .....                                                   | 404        |
| Zawody .....                                                            | 404        |
| Robocomp .....                                                          | 404        |
| Cybairbot .....                                                         | 404        |
| Robotic Arena .....                                                     | 404        |
| PozRobot .....                                                          | 405        |
| Cały świat możliwości .....                                             | 405        |

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Dodatek A .....</b>                                         | <b>407</b> |
| Magiczne prawo Ohma .....                                      | 407        |
| Prawo Ohma pomaga dobrać rezystory ograniczające .....         | 408        |
| Pomoc w określeniu natężenia prądu na podstawie napięcia ..... | 408        |
| Klucz do prawa Ohma .....                                      | 409        |
| Dalsze skutki prawa Ohma .....                                 | 409        |
| Rzeczy, które niechęć popsułem, pracując nad tą książką .....  | 410        |
| W którą stronę podłączyłem baterię 9 V? .....                  | 410        |
| Stopione przełączniki .....                                    | 410        |
| Strzelające bezpieczniki w mierniku .....                      | 411        |
| Niech mnie, znowu! .....                                       | 412        |
| Właściwe nazewnictwo napięć .....                              | 412        |
| Masa zamiast „minusa” zasilania .....                          | 413        |
| V z podwójnymi literami .....                                  | 413        |
| <b>Dodatek B .....</b>                                         | <b>415</b> |
| Rozpoczynamy pracę z drukarką 3D .....                         | 415        |
| Niezbędny skok .....                                           | 416        |
| Szybkie nanoszenie poprawek .....                              | 417        |
| Drukowanie złącza silnika .....                                | 417        |
| Projektowanie komponentu .....                                 | 417        |
| Przygotowania do druku .....                                   | 420        |
| Drukowanie w trójwymiarze .....                                | 421        |
| Kończenie pracy nad złączem .....                              | 421        |
| Drukowanie kół .....                                           | 422        |
| Tworzenie bieżnika .....                                       | 423        |
| Kompromis — połączenie dwóch projektów .....                   | 424        |
| Projektowanie obudowy robota .....                             | 425        |
| Pokrywa .....                                                  | 426        |
| Zrób to sam .....                                              | 427        |
| <b>Skorowidz .....</b>                                         | <b>429</b> |

## ROZDZIAŁ 10



# Diody świecące (LED)

W tym rozdziale omówię diody świecące (LED<sup>1</sup> — ang. *Light Emitting Diode*). Nauczysz się, jak je wybierać i sprawdzać. Wyjaśnię także, dlaczego żaden porządny robot nie może się bez nich obyć.

Diody świecące to cud techniki. Są tanie, lekkie, zimne w dotyku, odporne na uderzenia i długowieczne. Są także dostępne w szerokiej gamie kolorów i rozmiarów. Diody świecące nadają się doskonale do wszelkich urządzeń zasilanych bateryjnie, gdyż wymagają do pracy niewielkiego napięcia i prądu.

## Cechy diod świecących

Diody świecące produkowane są w wielu rozmiarach, kształtach i kolorach, a także oferują różne kąty widzenia. Dysponują również wieloma poziomami jasności i różnią się sprawnością.

## Rozmiary diod świecących

Najpopularniejszym rozmiarem diod świecących jest T1 $\frac{3}{4}$ . Oznaczenie to pochodzi jeszcze z czasów stosowania miniaturowych żarówek. Litera „T” oznacza kształt pocisku. Symbol „1 $\frac{3}{4}$ ” oznacza przybliżoną średnicę diody wyrażoną w ósmych częściach cala. Cóż za dziwny standard!

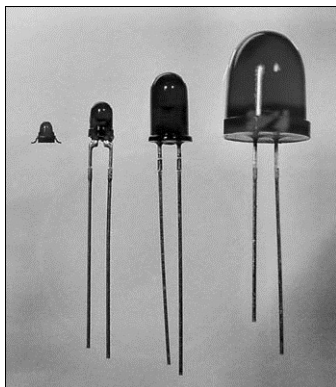
Diody w rozmiarze T1 $\frac{3}{4}$  są najtańsze, a jednocześnie dostępne w największej liczbie kolorów (patrz rysunek 10.1). Z drugiej strony, diody w rozmiarze T1 wyglądają bardziej nowocześnie, a przy tym zajmują mniej miejsca. Diody do montażu powierzchniowego są jeszcze mniejsze, ale też trudniejsze do montażu w amatorskich zastosowaniach.

Coraz częściej prezentuje się diody świecące, podając ich średnicę w systemie metrycznym. Przykładowo dioda w rozmiarze T1 $\frac{3}{4}$  występuje jako dioda o średnicy 5 mm (milimetrów). Choć oznaczenie T1 $\frac{3}{4}$  określa także kształt diody, to jednak określanie diod za pomocą średnicy w milimetrach jest dokładniejsze, gdyż aktualnie przy produkcji diod stosuje się już wymiary w milimetrach, a nie ósmych częściach cala.

---

<sup>1</sup> Często zamiast poprawnej nazwy „dioda świecąca” (lub jeszcze bardziej profesjonalnie „dioda elektroluminescencyjna”) spotyka się potoczne określenie „dioda LED”. Jest to jednak dokładnie ten sam element — *przyp. tłum.*



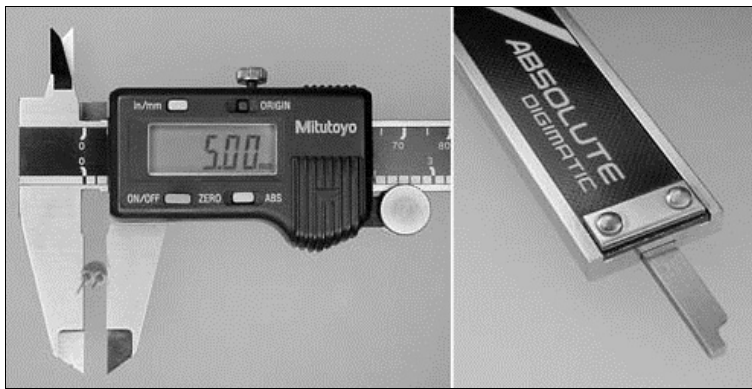


**Rysunek 10.1.** Rozmiary diod świecących: (od lewej) do montażu powierzchniowego (1,5 mm), mała — T1 (3 mm), standardowa — T1¼ (5 mm) i wielka — T3¼ (10 mm)

## Użycie suwmiarki do pomiaru średnicy diody świecącej

Szybko połapiesz się w rozmiarach diod, bo występują w kilku typowych średnicach. Jeśli jednak masz wątpliwości, zawsze możesz zmierzyć średnicę suwmiarką.

Suwmiarka służy do precyzyjnego pomiaru niewielkich wymiarów. Po lewej stronie rysunku 10.2 pokazana jest dioda świecąca w rozmiarze T1¼ umieszczona w szczękach suwmiarki. Cyfrowy wyświetlacz pokazuje wartość 5,00 mm. Conrad sprzedaje suwmiarki cyfrowe za 95,07 zł (nr kat. 816033). Podobne możesz także znaleźć w zbliżonej cenie na serwisach aukcyjnych lub w ofercie sklepów z narzędziami.

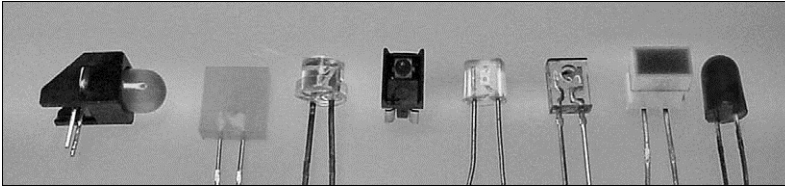


**Rysunek 10.2.** Pomiar średnicy diody świecącej za pomocą suwmiarki (po lewej). Drugi koniec suwmiarki wysuwa się w celu pomiaru głębokości otworów (po prawej)

Choć nie jest niezbędna, suwmiarka może być przydatna w wielu pracach związanych z budową robota. Przykładowo możesz nią zmierzyć grubość arkusza blachy aluminiowej, rozstaw wyprowadzeń jakiegoś elementu czy głębokość otworu pod wkręt (patrz prawa część rysunku 10.2).

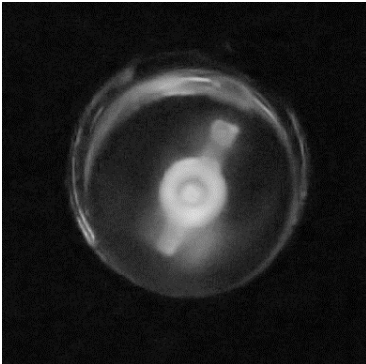
## Kształty diod świecących

Pojedyncze diody dostępne są w szerokim wyborze kształtów i opraw (patrz rysunek 10.3). Wciąż dominuje klasyczny kształt pocisku („T”), lecz dostępne są także różnorakie diody prostokątne czy łamane.



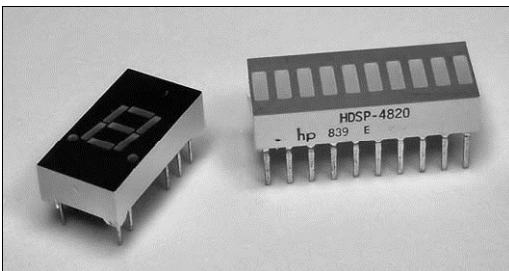
**Rysunek 10.3.** Wybór kształtów pojedynczych diod świecących

Kształt diody zapewnia albo skupienie emitowanego światła (wąski snop światła), albo jego rozproszenie. Jeśli zedrzesz kopułkę ze zwykłej diody 5 mm (użyj papieru ściernego o średniej grubości ziarna, a później wypoleruj powierzchnię najdrobniejszym papierem albo pastą polerską), uzyskasz specyficzny, jarzący się okrąg zamiast normalnego strumienia światła (patrz rysunek 10.4).



**Rysunek 10.4.** Własnej roboty punktowa dioda świecąca

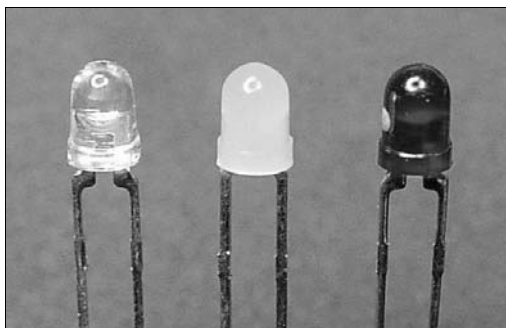
Często kilka diod świecących umieszcza się we wspólnej obudowie (patrz rysunek 10.5). Numeryczny wyświetlacz LED (spotykany często w zegarach) to właśnie siedem niezależnych diod świecących, rozmieszczonych w kształcie cyfry „8”. Zapalając wybrane diody, można uzyskać kształty wszystkich cyfr i niektórych liter.



**Rysunek 10.5.** Wyświetlacze LED: 7-segmentowy i paskowy (słupkowy)

## Przejrzystość obudowy diody

Powszechnie spotyka się trzy rodzaje przejrzystości diody (patrz rysunek 10.6).



*Rysunek 10.6. Rodzaje obudowy diody: bezbarwna, biała matowa, kolorowa matowa*

### Obudowy przezroczyste

Obudowy przezroczyste nazywane są także bezbarwnymi. Obudowa taka wykonana jest z przezroczystego tworzywa, które załamuje światło nieco nierównomiernie (tak jak powierzchnia wody). Bezbarwne diody są zazwyczaj odrobinę jaśniejsze, ponieważ ich obudowy nie pochłaniają i nie rozpraszają generowanego światła. Strumień światła emitowany jest zwykle wprost do przodu, tak jak światło reflektora.

Przezroczyste diody nadają się doskonale na wskaźniki, które będą obserwowane jedynie od frontu, ale nie muszą być zbyt wyraźnie widoczne z boków (np. sygnalizacja świetlna na ulicy). Sprawdzą się także znakomicie tam, gdzie potrzebny jest długi snop światła, np. przy alarmie antywłamaniowym. W „Kanapce” użyłem ich, gdyż koncentrują większość swojej energii na podłodze przed robotem, tak jak reflektory samochodowe.

### Obudowy matowe białe

Te obudowy wykonane są z białego lub mlecznego tworzywa. Światło wydobywa się równomiernie przez całą powierzchnię diody i jest jednakowo widoczne z każdej strony. Ilość światła widocznego „z frontu” jest mniejsza, gdyż półprzezroczysta obudowa pochłania część światła, aby wypromieniować je w innych kierunkach. Ponieważ obudowa ma przytłumiony biały kolor, jest doskonale widoczne, gdy dioda się zaświeci w jakimś kolorze.

Diody tego typu znakomicie nadają się do konstrukcji wskaźników, które powinny być widoczne tak samo z każdej strony obudowy, a również z jej przodu. Dobre przykłady to wskaźniki zasilania, gotowości, namierzenia celu czy wskaźnik błędu.

### Obudowy matowe kolorowe

Kolorowe, matowe obudowy nazywane są czasem „matowymi czerwonymi” czy podobnie, w zależności od konkretnego koloru. Obudowy takie rozpraszają światło równomiernie we wszystkich kierunkach, podobnie jak obudowy matowe białe. W przeciwieństwie do nich jednak tworzywo, z którego są wykonane, jest fabrycznie zabarwione, więc nawet przy zgaszonej diodzie można stwierdzić, jakiego jest koloru. Przydaje się to, gdy wiele diod występuje obok siebie („Czy czerwona dioda jest zgaszona?”). Z drugiej strony, w jasnym pokoju trudniej stwierdzić, czy dioda jest zapalona, czy nie, gdyż nie zmienia się jej kolor, a jedynie jasność.

Pierwsze diody świeciły na tyle słabo, że nie mogły pełnić roli reflektorków i nie były w stanie rozjaśnić białej obudowy. Dlatego właśnie najchętniej produkowano diody w kolorowych obudowach. Zabarwienie obudowy gwarantuje stabilność koloru i przyzwoite oświetlenie.

Diody w kolorowych obudowach pozostają do dziś najpopularniejszą i najtańszą odmianą. Jednakże, dzięki postępowi technologicznemu umożliwiającemu wzrost jasności świecenia diod, trendy zmieniają się. Aktualnie produkowane są minimalnie zabarwione diody przezroczyste albo niemal białe.

## Kąty widzenia

Warto mieć pojęcie o charakterystyce widoczności konkretnej diody świecącej, gdyż wtedy będziesz wiedział, jak rozchodzi się strumień światła. Szerszy kąt widzenia oznacza diodę, której światło jest lepiej widoczne ze wszystkich stron. Noty katalogowe często przedstawiają kąty widzenia w postaci wykresów, co jest znacznie czytelniejsze niż pojedyncza liczba.

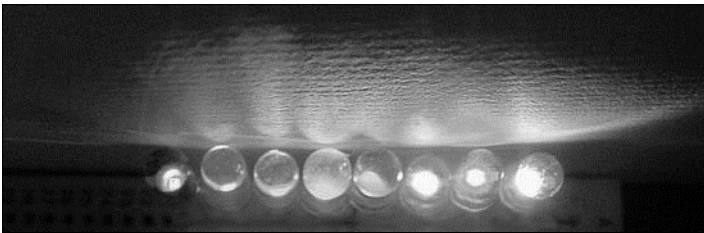
Kąty widzenia podaje się jedynie dla diod przezroczystych. Obudowy matowe z natury rozpraszają światło diody we wszystkich kierunkach.

## Kolory diod

Diody świecące trafiły do masowej produkcji — początkowo w kolorze czerwonym — w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Lata dziewięćdziesiąte przyniosły znaczące postępy w zakresie jasności i sprawności diod; pojawiły się wtedy także diody niebieskie w przystępnej cenie. Praktycznie w tym samym czasie dostępne stały się też wysokiej jakości białe diody, a to dlatego, że konstrukcyjne są one identyczne z niebieskimi, lecz mają świecący na białą luminofor.

Diody czerwone, pomarańczowe, żółte i żółto-zielone pozostają wciąż najtańsze. Choć ceny diod wyraziście zielonych, niebieskich czy białych wciąż spadają, to jednak są one wciąż droższe od diod czerwonych. Dostępne są także diody fioletowe i ultrafioletowe.

Diody emitują większość światła w bardzo wąskim paśmie koloru. Z tej racji kolory mieszane (spoza palety barw podstawowych), takie jak np. brązowy, wymagają połączenia wielu starannie dobranych barw. Byłoby trudno zachować jednolitość koloru przy produkcji w ilościach masowych. Dlatego też jeszcze upłynie trochę czasu, nim dostępny będzie wybór kolorów taki jak w pudełku kredek („umbra palona”? ). Na rysunku 10.7 możesz zobaczyć, jakie kolory są dostępne obecnie.



**Rysunek 10.7.** Gama kolorów, od podczerwieni do niebieskiego, z białym na końcu. (Na tym rysunku nie widać zbyt wiele, bo książka jest w czarno-białą, jednak — wiercie mi — wygląda to pięknie)

## Zależność pomiędzy barwą a długością fali

W reklamach i notach katalogowych kolory diod świecących określane są często poprzez długość emitowanej fali wyrażaną w nanometrach (nm). Czasem wartość tę oznacza się symbolem  $\lambda$  (niekiedy z przyrostkiem) oznaczającym właśnie długość fali.

Gdy natkniesz się na barwę opisaną długością fali, użyj tabeli 10.1, aby zobaczyć, z jakim kolorem masz do czynienia. Przykładowo 655 nm to wyraźny kolor czerwony, ale już 635 nm zbliża się nieco ku pomarańczowemu. (Oczywiście, to dobrze, o ile potrzebujesz koloru pomarańczowoczerwonego).

**Tabela 10.1.** Przybliżone przedziały kolorów

| Kolor lub odcień | Przybliżony zakres długości fal |
|------------------|---------------------------------|
| Podczerwień (IR) | ponad 700 nm                    |
| Czerwony         | 630 nm do 700 nm                |
| Pomarańczowy     | 590 nm do 630 nm                |
| Żółty            | 570 nm do 590 nm                |
| Zielony          | 500 nm do 570 nm                |
| Niebieski        | 450 nm do 500 nm                |
| Fioletowy        | 390 nm do 450 nm                |
| Ultrafiolet (UV) | poniżej 390 nm                  |

- **Niepoważnie:** jeśli chcesz się nabawić kłopotów, zamknij w jednym pokoju kilku artystów, fizyków, filozofów i psychologów i zadaj im dwa pytania: „Które kolory są podstawowe?” i „Jakie są długości ich fal?”.

Możesz zresztą sam przekonać się, gdzie leży problem. Następnym razem, gdy zobaczysz tęczę, spróbuj podzielić ją na części o czystych kolorach. Gdzie kończy się niebieski, a zaczyna zielony?

## Określanie kolorów za pomocą standardowego systemu kolorymetrycznego CIE

Międzynarodowa Komisja ds. Oświetlenia (franc. *Commission Internationale de l'Eclairage* — CIE) ma swoją siedzibę w Wiedniu, w Austrii. W 1931 r. organizacja ta opublikowała naukową metodę określania barwy bazującą na postrzeganiu kolorów przez ludzkie oko. W jej systemie kolorymetrycznym każdy kolor może zostać opisany przy użyciu dokładnie trzech wartości: X, Y i Z.

W reklamach kolory diod świecących rzadko określane są w systemie CIE, jednak takie określenia pojawiają się czasami w notach katalogowych. Zazwyczaj zamiast bezwzględnych wartości XYZ podawane są względne współrzędne chromatyczności  $x$  i  $y$ . Za pomocą odpowiedniego oprogramowania można przeliczyć wartości kolorów w systemie CIE na długości fali czy kolory ekranowe.

## Jasność diod świecących

Jasność diod świecących podaje się często w milikandelach (mcd). Parametr ten wskazuje, z jaką intensywnością dane źródło światła świeci w określonym kierunku. Producent, który chce uzyskać jak największą wartość milikandeli, musi po prostu tak dobrać parametry odbłyśnika i soczewki diody, aby uzyskać wąski snop światła, taki jak w reflektorze. Wtedy większa ilość światła emitowana jest w wiązce o małym kącie rozwarcia, przez co odbieramy ją jako intensywniejszą (jaśniejszą).

Określenie jasności w milikandelach jest mało przydatne, jeśli potrzebujesz rzeczywiście jasnego snopa światła, gdyż nie wiesz wtedy, jak szeroki jest kąt świecenia źródła i jak w przestrzeni rozkłada się jasność takiego snopa. Diody niskiej jakości często dają snop w kształcie aureoli z ciemnym obszarem pośrodku.

Podawanie wartości w milikandelach jest całkowicie mylące, jeśli interesuje Cię całkowita ilość emitowanego światła. Jednostką, która sumuje całe emitowane światło, niezależnie od kierunku, jest lumen (lm). Producenci diod nie mogą kombinować z wartościami wyrażonymi w lumenach poprzez skierowanie strumienia światła w jednym kierunku, bo całkowita ilość emitowanego światła pozostanie i tak taka sama.

Kolejną spotykaną jednostką jest luks (lx), który określa ilość światła padającą na określoną powierzchnię z określonej odległości. Nic nie wiadomo o tym, ile sumarycznie światła emituje dioda we wszystkich kierunkach, ani jak równomiernie rozłożone jest oświetlenie.

## Ekstrasuperjasność bez granic

Diody świecące reklamowane są często jako bardzo jasne, ekstrasjasne czy superjasne. Określenia te są całkowicie subiektywne i — w żaden sposób — nie są zestandaryzowane. Przepraszam, ale to nic nie znaczy.

## Sprawność diod świecących

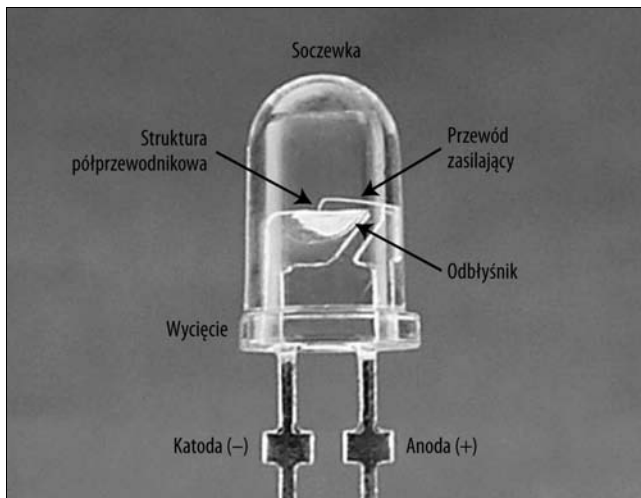
Sprawność określa stosunek pomiędzy ilością pobieranej energii a ilością emitowanego światła. Wraz z rozwojem technologii diody stają się coraz sprawniejsze. Ma to znaczenie szczególnie w robotach zasilanych bateryjnie.

Dla światła widzialnego sprawność wyrażana jest w lumenach na wat (lm/W). Przypomnij sobie, że lumeny mierzą całkowitą ilość emitowanego światła, bez względu na kierunek świecenia. Weź zatem całkowitą ilość światła (lumeny) i podziel ją przez całkowitą pobraną moc (waty), a dowiesz się, ile mocy potrzeba na pojedynczą jednostkę światła.

Niestety, niewielu producentów podaje ten parametr. Dlatego też bardzo trudno stwierdzić, czy „dioda o wysokiej sprawności” rzeczywiście jest sprawniejsza. Jednakże w większości przypadków prawdziwie „wysokosprawne” diody świecą lepiej mimo niższego poboru mocy.

## Spojrzenie z bliska na budowę diody

Większość diod świecących ma dwa wyprowadzenia (patrz rysunek 10.8). Musisz podłączyć „plus” zasilania do anody, a „minus” (albo masę) do katody. Zwykła dioda nie zaświeci się, jeśli podłączysz zasilanie odwrotnie. Więcej: charakterystyka diody LED w ogóle nie pozwala na przepływ przez nią prądu przy odwrotnym połączeniu.



**Rysunek 10.8.** Budowa diody świecącej

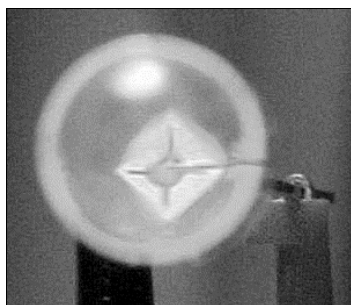
Aby określić, które z wyprowadzeń jest katodą, poszukaj spłaszczenia lub wycięcia w dolnej części okrągłej obudowy diody blisko jednego z wyprowadzeń. Dodatkowo wyprowadzenie podłączone do katody jest zazwyczaj krótsze niż wyprowadzenie anody.

Przeważnie (choć nie zawsze) katoda podłączona jest do elektrody z odbłyśnikiem (patrz rysunki 10.8 i 10.9). Odbłyśnik to małe, zaokrąglone zwierciadło, które kieruje światło do czoła diody.



**Rysunek 10.9.** Widok na odbłyśnik i strukturę półprzewodnikową

Wewnątrz odbłyśnika umieszczona jest struktura półprzewodnikowa (patrz rysunek 10.10). To ta część diody świecącej, która emituje światło. Producent ustala kolor świecenia diody, modyfikując skład chemiczny struktury.



**Rysunek 10.10.** Świecąca struktura półprzewodnikowa oraz przewód i elektroda zasilająca

Przewód zasilający łączy strukturę półprzewodnikową z anodą. Przewód jest bardzo cienki! W niektórych przezroczystych diodach świecących możesz zobaczyć cień tego przewodu (a niekiedy także kształt struktury), kierując światło diody na sufit.

## Rozróżnianie diod wielokolorowych

Umieszczenie w diodzie więcej niż jednej struktury półprzewodnikowej umożliwia jej świecenie w więcej niż jednym kolorze (patrz rysunek 10.11). Obudowa diody jest wtedy przezroczysta albo matowobiała, gdyż nie miałoby sensu jej barwienie na jakiś konkretny kolor, podczas gdy dioda może świecić na dwa lub więcej kolorów.



**Rysunek 10.11.** Widok z boku na dwukolorową (czerwoną i zieloną), trójstanową diodę świecącą



Diody wielokolorowe przydają się, gdy chcemy oszczędzić miejsce lub obrazować kilka stanów, np. biały oznacza wyłączenie, czerwony — błąd, zielony — gotowość.

## Diody dwukolorowe

Dwukolorowymi nazywamy zwykle diody mające dwa wyprowadzenia. Gdy prąd płynie w jednym kierunku, dioda świeci na jeden z kolorów. Gdy kierunek przepływu prądu zostanie odwrócony, dioda świeci w drugim kolorze.

Ponieważ prąd nie może płynąć w dwu przeciwnych kierunkach jednocześnie, w danej chwili widzimy jedynie jeden kolor. Możesz zmieniać kierunek przepływu prądu w tę i z powrotem na tyle szybko, że dla ludzkiego oka widoczny będzie trzeci kolor, będący złożeniem dwóch dostępnych kolorów świecenia diody.

## Diody trójkolorowe lub trójstanowe

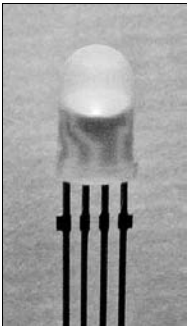
Trójkolorowymi nazywamy zazwyczaj diody posiadające trzy wyprowadzenia zamiast dwóch (patrz rysunek 10.11). Jedno wyprowadzenie odpowiada za jeden kolor, drugie za drugi, a trzecie jest wspólne. Zależnie od tego, które wyprowadzenie jest wspólne, mówimy o wspólnej anodzie (+) lub wspólnej katodzie (–).

Ponieważ każdy z dwóch kolorów posiada swoje niezależne wyprowadzenie, może być włączany w tym samym czasie, niezależnie od drugiego. Daje to trzy dostępne kolory (włączony pierwszy kolor, włączony drugi, włączone obydwa) oraz stan wyłączenia.

## Diody pełnokolorowe

Diody pełnokolorowe są świętym Graalem elektroników! Diody te, oznaczane przeważnie „RGB”, zawierają trzy niezależne struktury: czerwoną, zieloną i niebieską. Elektrycznie sterując jasnością świecenia każdej ze struktur, możesz mieszać kolory podstawowe w dowolnych proporcjach, co pozwala uzyskać niemal każdy kolor.

Diody RGB mają po cztery wyprowadzenia (patrz rysunek 10.12): jedno dla struktury czerwonej, drugie dla zielonej, trzecie dla niebieskiej, zaś czwarte jest wspólne. To, niestety, sprawia, że są trudniejsze do podłączenia.



**Rysunek 10.12.** Czerwona, zielona i niebieska struktura, umieszczone razem w jednej diodzie, pozwalają uzyskać niemal dowolny kolor

W ciągu ostatnich dziesięciu lat ceny diod RGB zmalały dziesięciokrotnie. Można je zakupić u praktycznie każdego sprzedawcy podzespołów elektronicznych. Przykładowo TME oferuje diody pełnokolorowe o średnicy 5 mm w cenie od 4,17 zł (przezroczysta — nr kat. HB5-40ARAAGCABC).



## Sprawdzanie diod świecących

Najbardziej oczywistym sposobem przetestowania diody świecącej jest jej podłączenie do obwodu (w następnym rozdziale) i sprawdzenie, czy dioda świeci. Jeżeli jednak Twój miernik cyfrowy posiada tryb badania diod, bezpiecznie możesz sprawdzić diodę świecącą i — przy okazji — nauczyć się paru rzeczy.

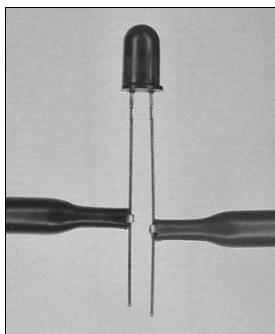
### Przygotowanie miernika do badania diody

1. Czarny przewód pomiarowy powinien być podłączony do gniazda COM na mierniku.
2. Czerwony przewód podłącza się na ogół do złącza  $\Omega$ , jednak sprawdź to w instrukcji obsługi swojego miernika.
3. Ustaw pokrętkę wyboru trybu pracy miernika na symbolu diody, który wygląda jak strzałka rozbijająca się o ścianę (patrz rysunek 10.13). Symbol ten oznacza element pozwalający na swobodny przepływ prądu w jednym kierunku (strzałka), lecz uniemożliwiający przepływ w kierunku przeciwnym (ściana). Tryb badania diod jest odpowiedni także dla diod świecących, gdyż — zgodnie z ich nazwą — jest to po prostu pewna odmiana diod półprzewodnikowych.



**Rysunek 10.13.** Oznaczenie trybu badania diod na mierniku uniwersalnym

4. Włącz miernik i zaobserwuj, co pojawia się na wyświetlaczu. Niektóre mierniki wyświetlają „OL”, „open” lub coś podobnego, aby wskazać, że pomiędzy przewodami pomiarowymi nie ma przepływu prądu.
5. Weź zwykłą, **czerwoną** diodę świecącą. W tej próbie kolor jest istotny.
6. Znajdź wyprowadzenie diody będące katodą. Zwykle jest to krótsze z dwóch wyprowadzeń, ale sprawdź też wycięcie w dolnej części obudowy diody, aby mieć całkowitą pewność. Podłącz czarny przewód pomiarowy do katody (–), natomiast czerwony przewód podłącz do anody (+) (patrz rysunek 10.14). Będzie Ci o wiele wygodniej, jeśli użyjesz nakładek na przewody pomiarowe wyposażonych w zaciski haczykowe. Nie przejmuj się, jeśli podłączysz diodę odwrotnie. Nic złego się nie stanie.



**Rysunek 10.14.** Testowana dioda podłączona do zacisków haczykowych

## Interpretacja wyników badania diody świecącej

Jeżeli wskazania miernika nie zmieniają się po podłączeniu diody, prawdopodobnie podłączyłeś ją odwrotnie (patrz rysunek 10.15). Jeśli nie tu leży problem, sprawdź raz jeszcze, czy wszystkie przewody są solidnie podłączone do miernika i mają zapewniony dobry kontakt z wyprowadzeniami diody świecącej.



**Rysunek 10.15.** Rozwarty obwód oznacza błędnie wykonany pomiar lub uszkodzoną diodę

Jeśli nie był to problem z połączeniami, może to oznaczać, iż dioda jest uszkodzona. Jest to jednak mało prawdopodobne w przypadku fabrycznie nowej diody. Diody przesterowane zbyt wysokim prądem mają zwykle przepalony przewód zasilający lub inny rodzaj przerwy wewnątrz obudowy. W takim przypadku ich wewnętrzne połączenia są trwale uszkodzone i nie są w stanie przewodzić prądu.

Nie jest także dobrze, jeśli miernik wyświetla wartość napięcia przewodzenia bliską zeru (patrz rysunek 10.16). Wtedy najprawdopodobniej stykają się ze sobą obydwa wyprowadzenia diody lub przewody pomiarowe.



**Rysunek 10.16.** Sygnalizacja zwarcia obwodu albo zerowego napięcia przewodzenia wskazują na błąd pomiaru lub uszkodzoną diodę świecąca

Jeśli przyczyną nie były źle wykonane połączenie, prawdopodobnie dioda jest uszkodzona. Odczytane napięcie przewodzenia poniżej 400 mV (0,4 V) wskazuje, iż prąd przepływa praktycznie bezpośrednio pomiędzy anodą i katodą, omijając strukturę półprzewodnikową. Określa się to jako zwarcie<sup>2</sup>. Jest mało prawdopodobne, aby dioda opuściła fabrykę w takim stanie. Przerwa w obwodzie zdarza się częściej.

Jeśli wszystko poszło dobrze, dla czerwonej diody świecącej miernik pokaże napięcie przewodzenia na poziomie około 1,6 V (patrz rysunek 10.17). Wiele mierników wyświetla tę wartość w miliwoltach (mV). Przykładowo 1632 mV to tyle samo, co 1,632 V.



**Rysunek 10.17.** Miernik pokazuje prawidłowe napięcie przewodzenia diody

<sup>2</sup> Dla elementów półprzewodnikowych (np. takich jak diody czy tranzystory) używa się często terminu „przebiecie” — przyp. tłum.

- **Wskazówka:** przyjrzyj się dokładnie diodzie w czasie jej badania miernikiem. Dioda może się wtedy delikatnie świecić. (Być może będziesz musiał osłonić ją dłońmi, aby uzyskać zaciemnienie i zobaczyć). Jest to niezły sposób, by upewnić się, że dioda działa, oraz nabrać pojęcia o jej efektywności. Diody gorszej jakości nie zaświecą się wcale lub będą się tylko leciutecznie żarzyć. Diody o dużej efektywności będą świecić całkiem wyraźnie.

Jeśli jeszcze tego nie robiłeś, zamień teraz podłączenia diody, żeby zobaczyć, co pokazuje miernik, gdy dioda jest podpięta odwrotnie. Miernik powinien wskazywać „0L” albo „open”. Jeśli dioda pracuje w obydwu kierunkach, jest to zapewne dioda dwukolorowa.

Wypróbuj garść różnych diod świecących. Zauważysz, że kształt i rozmiar diody nie wpływają na wyświetlaną wartość napięcia przewodzenia. Wpływ ma natomiast kolor diody!

Kolory zbliżone do czerwonego (włącznie z podczerwienią) mają — ogólnie rzecz ujmując — niższe napięcia przewodzenia, zaś diody zbliżone kolorem do niebieskiego mają te napięcia wyższe. W praktyce tryb badania diod w wielu starszych albo tańszych miernikach nie radzi sobie z pomiarem diod wyrażając zielonych, niebieskich czy białych, wymagających napięcia 2,5 V. Dlatego właśnie chciałem, abys rozpoczął próby od diody czerwonej.

## Spadek napięcia w kierunku przewodzenia

Wartość napięcia wyświetlana przez miernik określana jest mianem spadku napięcia w kierunku przewodzenia lub krócej — napięciem przewodzenia diody. Gdy prąd przepływa przez diodę we właściwym kierunku (w kierunku przewodzenia), wartość ta określa, jakie napięcie odkłada się na samej diodzie (ile go „pochłania”).

Z pewnością cenna jest informacja o napięciu wymaganym przez każdy element, jaki chciałbyś wykorzystać w swoim robocie. To daje Ci ogólne pojęcie, jakiego minimalnego napięcia baterii lub akumulatorów będziesz potrzebował lub też ile elementów możesz podłączyć szeregowo przy danym napięciu zasilania.

Kupując diody świecące, uważaj na te, których napięcie przewodzenia (V<sub>i</sub>) przekracza 4 V. Przykładowo niektóre jaśniejsze diody LED składają się z kilku emiterów umieszczonych we wspólnej obudowie i w związku z tym wymagają przynajmniej dwukrotnie wyższego napięcia. Układy zaawansowanych robotów pracują przy napięciu 5 V bądź niższym, a wiele mikrokontrolerów nie gwarantuje, że na swoich wyjściach zapewnią napięcie wyższe niż 4,5 V. W ten sposób staje się niemożliwe zaświecenie diody o napięciu przewodzenia 12 V bez użycia dodatkowych układów sterujących.

## Diody w zestawach

Możesz zamówić sobie zestaw diod świecących (patrz tabela 10.2). Zestaw różnych diod to dobry sposób, aby tanio zapoznać się z dostępnymi rozmiarami, kolorami, kształtami i rodzajami obudów diod. Ponieważ w czasie pierwszych prób możesz zniszczyć jakieś diody, łatwiej będzie przeboleć spalenie czerwonej diody za 30 groszy niż niebieskiej za 3 zł.

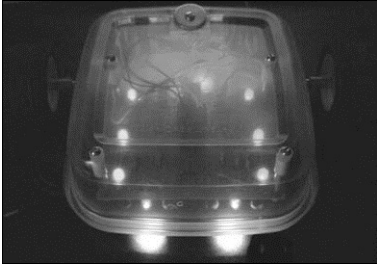
**Tabela 10.2.** Diody świecące w zestawach

| Sprzedawca | Numer katalogowy | Cena     | Ilość diod                                            |
|------------|------------------|----------|-------------------------------------------------------|
| Botland    | LED-04663        | 4,90 zł  | Zestaw 10 diod LED o średnicy 5 mm wraz z rezystorami |
| Botland    | LED-01449        | 7,90 zł  | Zestaw 60 diod LED (3 mm i 5 mm) o różnych kolorach   |
| AVT        | AVT719           | 28,00 zł | Zestaw 142 diod LED o różnych kolorach i średnicach   |

Zanim kupisz większą ilość diod tego samego rodzaju (w przeciwieństwie do zestawu), warto zamówić tylko kilka sztuk, aby się upewnić, że ich jasność i jakość spełniają Twoje oczekiwania. Niektóre diody są blade i świecą nierównomiernie.

## Rozświetlamy drogę

Robot „Kanapka” jarzy się aż jedenastoma różnymi diodami świecącymi (patrz rysunek 10.18). Trzy zielone i trzy żółte diody sygnalizują najjaśniejszą część trasy. Trzy czerwone diody czysto dla zabawy rozświetlają od środka „komorę silnika”. Dwie białe diody pełnią rolę reflektorów i oświetlają trasę w nocy lub w tunelu.



*Rysunek 10.18. Jedenaście diod rozświetlających robota „Kanapkę”*

Czerwone, zielone i żółte diody są tanie. Wszystkie kolorowe diody kosztują razem mniej niż dwie białe. Mogłbym wybrać inny niż biały kolor do oświetlenia trasy, lecz żaden nie odbijałby się tak dobrze od wszystkich możliwych kolorów podłoża.

Bajerancko wyglądające diody nie tylko zadają szyku, ale są też szalenie przydatne jako wskaźniki stanu robota przy diagnozowaniu ewentualnych problemów. Zawsze więc warto mieć ich kilka pod ręką.

Przebiłeś się już przez dziesięć rozdziałów tej książki. Być może bateria, przewody z krokodylkami, rezystory i diody świecące wystarczą, aby zbudować jakiś obwód? Sprawdźmy.



# Skorowidz

## A

- akumulatorki, 93
  - litowo-polimerowe, 98
  - niklowo-kadmowe, 100
  - niklowo-magnezowo-wodorkowe, 97
- analiza
  - poboru prądu, 238
  - procesu skręcania, 370
  - układu LM393, 192
- anatomia robota, 24
- automatyczne wyłączanie, 58
- automatyczny dobór zakresów, 57

## B

- badanie
  - ciągłości obwodu, 56
  - diod, 56, 130
  - tranzystora, 208, 210, 211
  - tranzystora bipolarnego, 207
  - tranzystorów NPN, 214, 215
  - tranzystorów PNP, 212, 213, 214
- baterie, 93
  - alkaliczne, 99
  - specjalnego przeznaczenia, 99
- bezpieczeństwo, 41
- bezpiecznik, 55
  - automatyczny, 48
  - w mierniku, 411
- bieżnik, 262
- budowa

- diody, 127
- koła, 259
- obwodu porównywania jasności, 197, 218
- obwodu reflektorów, 202
- plastikowego prototypu, 336
- prototypów, 149
- silnika komutatorowego, 225
- trasy, 80, 83

## C

- cążki, 115
- cechy kół robota, 260
- ceny, 37, 39
  - mikrokontrolerów, 387
- charakterystyka
  - akumulatorków, 96
  - baterii, 96
  - napięciowa silnika, 234
  - prądowa silnika, 235
- CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, 126
- cięcie rurek, 279
- ciężar silników elektrycznych, 240
- części do robotów, 385
- czujnik, 27, 362, 363
  - dotyku, 395
  - nachylenia, 394
  - odległości, 396
  - przedmiotów, 396
  - światła, 198
  - temperatury, 394
  - zminiaturyzowane, 378

czyszczenie opon, 272  
 czytanie etykiet, 42  
 czytanie schematów elektrycznych, 136

## D

dachowy dozorca, 403  
 dioda, 254  
   dwukolorowa, 129  
   gasząca, 254  
   o regulowanej jasności, 179  
   pełnokolorowa, 129  
   Schottky'ego, 255  
   świecąca, 121  
   trójkolorowa lub trójstanowa, 129  
   wielokolorowa, 128  
 długość fali, 125  
 dobieranie  
   fotorezystorów, 185  
   rezystorów, 145  
   silnika z przekładnią, 247  
 dostrajanie, 357  
 drabinki rezystorów, 291  
 drukarka 3D, 338, 415  
 drukowanie  
   kół, 422  
   łączników, 276  
   w trójwymiarze, 421  
   złącza silnika, 417  
 drut do lutowania, 292  
 dystanse, 351  
 działanie  
   obwodu porównywania jasności, 196  
   obwodu reflektorów, 200  
   silnika prądu stałego, 219  
 dźwięk, 397

## E

ekstrasuperjasność bez granic, 127  
 elektroniczna komutacja, 224  
 energia słoneczna, 390

## F

fazy pracy silnika, 236  
 format STL, 420  
 fotorezystory, 182, 185  
 funkcje kondensatorów, 389

## G

gąbka, 295  
 głośność silnika, 239  
 gniazda przyłączeniowe, 154  
 groźne substancje, 44  
 gwintowanie otworu, 288

## I

identyfikacja obciążeń, 217  
 imadło, 281, 287  
 informacje  
   bezpłatne, 35  
   o tranzystorach, 218  
   ukryte, 37  
 instrukcje, 41  
 interfejs komunikacyjny RS-232, 59  
 interpretacja wartości rezystancji, 117

## J

jasność diod świecących, 126  
 jazda  
   po ciemnej linii, 365  
   po jasnej linii, 366  
   po prostej linii, 361, 375  
 jednostki, 71, 74

## K

kadm, 46  
 kalibracja robota, 380  
 kamień szlifierski, 341  
 kanapka, 79, 84  
 kąty widzenia, 125  
 klejenie części łącznika, 284  
 kodery, 400  
 kolory  
   diod, 125  
   pasków, 76  
 koła, 259, 260, 266, 270  
   zębate, 242, 399  
 komparator, 191  
   napięciowy, 191  
   podwójny, 195  
 kompromis, 424  
 komutator, 222

kondensatory, 389  
końcówki pomiarowe, 105  
korpus, 30  
kształty  
  diod świecących, 123  
  opon, 261

## L

lampki kontrolne, 29  
LED, 121  
licznik zdarzeń, 61  
lutowanie, 291, 298, 299  
  na płycie drukowanej, 322  
  przełącznika, 312  
  punktowe, 322, 324  
  silnika, 301  
lutownica, 293

## Ł

łączenie, 299  
  czujników, 374  
  rurek, 278  
łącznik, 275, 289

## M

magistrala  
  25-stykowa, 153  
  zasilająca, 327  
miernik  
  cyfrowy, 53, 54  
  klasy wyższej, 67  
  średni, 66  
  tani, 64  
  określenie wartości elementu, 78  
mierzenie  
  prędkości obrotowej, 400  
  rurek, 279  
mikrokontrolery, 386  
miniaturowy pług, 403  
mocowanie  
  osi, 278  
  wału silnika, 278  
modyfikacja modułu czujników, 373  
moment obrotowy, 232, 245  
montaż

baterii, 102  
diodowego wskaźnika zasilania, 171  
elementów, 319  
oprawki baterii, 350  
płytki układu, 350, 352  
przełączników, 299, 311, 348  
rurki, 344  
silników, 299, 348  
wkrętu dociskowego, 286  
wyłącznika, 169, 349  
montowanie silników, 342

## N

naklejki montażowe, 340  
napęd, 28, 88  
napięcie, 234  
  baterii, 367  
narzędzia, 36  
  do usuwania izolacji, 159  
natężenie prądu, 408  
nazewnictwo napięć, 412  
niepożądane połączenia, 110

## O

obliczanie  
  maksymalnego poboru prądu, 203  
  napięcia, 187  
  prądu, 145  
  prędkości liniowej, 264  
  wartości rezystorów ograniczających, 216  
  żywności baterii, 143  
obudowa, 335, 378  
  gotowa, 338  
  matowe biała, 124  
  przezroczysta, 124  
  robota, 425  
  stabilizatorów napięcia, 388  
  z pojemnika, 339  
obwód  
  pomiarowy dla tranzystorów bipolarnych, 212  
  porównywania jasności, 195, 199, 216, 218, 255  
  reflektorów, 202  
  równoważenia jasności, 180  
  sterowany światłem, 183  
  wskaźnika zasilania, 135, 137  
  z diodą świecącą, 180  
  z silnikiem prądu stałego, 226, 227  
ochrona tranzystora, 254



odłączanie zasilania, 49  
 odsysacze do cyny, 297  
 ogniwa, 97, 102  
   niepolecane, 100  
 ograniczanie napięcia, 113  
 ograniczenia silników bezszczotkowych, 225  
 określanie kolorów, 126  
 okulary ochronne, 42  
 ołów, 45  
 opony, 261  
 oprogramowanie 3D CAD, 338  
 optymalizacja wydajności działania robota, 321  
 oscylatory, 397  
 oscyloskop, 60  
 osie krzyżakowe, 283  
 oszczędzanie energii, 381  
 oświetlenie, 50  
   trasy, 85

## P

pamięć pomiarów, 62  
 parametry silników prądu stałego, 228  
 płytki  
   montażowa, 149  
   prototypowa, 165  
   stykowa wysoce pożądana, 155  
 podgrzewanie spoin, 333  
 podkładki, 343  
 podłączanie  
   dolnej szyny zasilającej, 171  
   silnika, 256  
   złączy, 306  
   baterii, 368  
   zasilania, 166  
 podstawka  
   dla układu scalonego, 325  
   pod lutownicę, 295  
 podzespoły, 36  
 pogromca ślimaków, 404  
 pojemniki na części, 120  
 pokrywa, 426  
 połączenia  
   odwrotne, 213  
   w otworkach, 150  
 pomiar  
   „spadku napięcia”, 140  
   ciągłości obwodów, 107

częstotliwości, 56  
 indukcyjności, 59  
 maksymalnej rezystancji, 178  
 napięcia, 172  
 napięcia „w punkcie”, 140  
 napięcia baterii, 94  
 napięcia przemiennego, 63  
 napięcia stałego, 55  
 napięcia w obwodzie, 139  
 natężenia dźwięku, 61  
 pojemności, 56  
 potencjometru, 177  
 prądu, 142  
 prądu przemiennego, 63  
 prądu stałego, 55  
 prędkości obrotowej silnika, 229  
 przesunięcia, 62  
 rezystancji, 55, 117, 331, 332  
 spadku napięcia, 333  
 stanów logicznych, 61  
 średnicy diody, 122  
 temperatury, 60  
 tranzystorów, 58  
 wartości maksymalnej, 58  
 wartości minimalnej, 59  
 wypełnienia przebiegu, 57  
 względny, 62  
 zmiennej rezystancji, 178  
 porażenia, 47  
 porównanie  
   jasności, 253, 255  
   mierników, 64  
 potencjometr, 175  
   do równoważenia rezystancji, 186  
   dostrojczy, 176  
   liniowy, 179  
 prawo Ohma, 407, 408, 409  
 prąd  
   biegu jałowego, 237  
   blokowania, 237  
   obciążenia, 237  
   przemienny, 47  
   stały, 47  
 prędkość  
   robota, 268  
   silnika, 234  
 problemy, 361  
   ze sterowaniem, 367

proces budowy, 31  
 projektowanie  
   komponentu, 417  
   obudowy robota, 425  
 przechowywanie materiałów, 44  
 przedłużanie żywotności baterii, 144  
 przekaźniki, 398  
 przekładnia, 244  
   planetarna, 246  
   zębata, 246  
 przeliczanie obrotów, 231  
 przełącznik, 314, 410  
   DIP, 392  
    tranzystorowy, 205  
 przełożenie bezwzględne, 243  
 przepięcia, 369  
 przewody, 156  
   mostkujące, 158, 159, 170  
 przycinanie rurki, 345  
 przyciski, 27, 392  
 przygotowania do druku, 420  
 przyklejanie  
   gniazd Molex, 326  
   naklejek, 340

## R

ramię siły, 233  
 redukcja kosztów, 375, 381  
 reflektory, 200, 362, 363  
 regulacja prędkości obrotowej, 280  
 rezonatory kwarcowe, 397  
 rezystancja, 116, 330  
   czujnika światła, 373  
 rezystor, 113  
   ograniczający prąd, 186  
   zmienny, 175  
 robot  
   do mycia okien, 403  
   do podlewania kwiatów, 402  
   Kanapka, 79  
   listonosz, 404  
   ogniwa, 102  
   podążający wzdłuż linii, 79  
   śmieciarz, 403  
 roboty typu BEAM, 391  
 RoHS, 46

rozmiar, 114  
   kół, 367  
   robota, 83  
   silników, 50  
   diod świecących, 121  
 rozwiązywanie problemów, 361  
 równoważenie czujników, 358  
 rtęć, 45  
 ruch, 28  
 rurki, 276  
   termokurczliwe, 303, 304  
 rysowanie przewodów, 196

## S

schemat elektryczny, 136  
 sekcje wirnika, 222  
 serwomechanizmy, 400  
 silnik  
   bezszcotkowy, 223  
   GM2, 251  
   komutatorowy, 225  
   prądu stałego, 219, 220  
     obwód, 226  
     parametry, 228  
     zasada działania, 219  
   z przekładnią, 241, 249, 251  
     budowa, 242  
     pobór prądu, 252  
 skręcanie, 370  
 smarowanie wirnika, 239  
 SPDT, 168  
 sprawdzanie  
   czujników, 358  
   diod świecących, 130  
   przewodów pomiarowych, 107  
   silników, 359  
   wartości rezystora, 119  
   zasilania, 357  
 sprawność  
   diod świecących, 127  
   silnika prądu stałego, 238  
 sprzęt do lutowania, 291  
 stabilizacja  
   napięcia, 26, 387  
   ruchu robota, 381  
 standardowy system kolorymetryczny, CIE, 126

## sterowanie

bezprzewodowe, 402

silnikiem, 29

za pomocą podczerwieni, 395

stojak do wiertarki, 286

stojan, 220

stoper szerokości impulsu, 60

styki, 313

system metryczny, 71

szczelina centralna, 152

szczotki zasilające, 223

szczypce, 161

do zacisków, 307

szerokość opon, 261

szlifowanie

krawędzi, 282

rurki, 345

szyny zasilające, 169

## Ś

śledzenie linii, 85

średnica

opony, 263

silnika, 347

śruby do montażu, 342

## T

tabele, 37

test

otwartego obwodu, 108

połączenia przewodem mostkującym, 109

układu robota, 330

zamkniętego obwodu, 109

tolerancja, 114

topnik, 293

tranzystor

2907A, 206, 207

bipolarny, 207

PNP, 214

trasa, 80

czujniki, 85

oświetlenie, 80, 85

powierzchnia, 80

wyznaczanie, 80

## tryb

podążania za linią, 360

śledzenia linii, 311, 312

trymer, 177

tworzenie

bieżnika, 423

komponentów, 31

magistrali zasilającej, 327

typy stabilizatorów napięcia, 388

## U

ubrania ochronne, 43

uchwyt pomocniczy, 296

udoskonalanie, 368

układ

diod oświetlenia rurki, 315

LM393, 192

nota katalogowa, 192

rozkład wyprowadzeń, 193

logiczny, 385

odczytu jasności, 184, 189, 190

sterujący, 25

śledzenia linii, 319, 324

uniwersalny miernik cyfrowy, 53

uruchamianie robota, 357

uruchomienie próbne, 361

usuwanie izolacji, 159

uziemiaenie, 49

uzwojenia wirnika, 221

używanie ogni, 102

## W

wady stosowania przekładni, 245

wał przekładni, 243

wartości, 71

wentylacja, 43

wiercenie otworów, 341, 354

wirnik, 221

wkreś

dociskowy, 286, 288

montażowy, 91

właściwości

kondensatorów, 389

mikrokontrolerów, 386

silników prądu stałego, 241

wózek na kompost, 403

wskaźnik  
   paskowy, 61  
   diodowy, 198  
 współczynnik przełożenia przekładni, 243  
   absolutny, 244  
   uproszczony, 244  
 wtyk  
   KK, 309  
   bananowy, 154  
 wybór  
   baterii, 227  
   fotorezystorów, 182  
   koła, 265–270  
   mikrokontrolera, 387  
   obudowy, 335  
   przewodów mostkujących, 157  
   silnika, 226  
   silnika z przekładnią, 249  
   stabilizatorów napięcia, 389  
   wyłącznika zasilania, 167  
 wycinanie okna, 354  
 wycinanki, 115  
 wykończenie, 30  
 wykrywanie  
   niepożądanych połączeń, 110  
   przedmiotów, 395  
   rodzaju śledzonej linii, 380  
 wyliczanie momentu obrotowego, 233  
 wyłącznik, 27  
   różnicowoprądowy, 48  
   zasilania, 167, 317  
   zasilania robota, 173

wymiary silników, 240  
 wyniki pomiaru, 95  
 wyświetlacze, 401  
 wzmocnienie tranzystora, 209  
 wzmocnione przewody mostkujące, 158

## Z

zacisk, 105  
   haczykowy, 63, 106  
   krokodylkowy, 105  
 zaganianie wyprowadzeń elementów, 327  
 zakłócenia elektryczne, 239  
 zakresy pomiarowe rezystancji, 118  
 zamiana rezystancji, 189  
 zasady bezpieczeństwa, 41  
 zasilanie, 135  
   elektryczne, 25  
 zatrzaski do baterii 9 V, 166  
 zestaw  
   diod świecących, 132  
   rezystorów, 114  
   zworek, 158  
 złącze, 421  
   Molex KK, 306  
 zrównoważenie jasności diod, 181  
 zwiększanie funkcjonalności, 375, 380  
 zworki, 393

## Ż

źródła zasilania, 25, 165

## Ż

żywica epoksydowa, 285  
 żywotność baterii, 143



# 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**



## Lektura obowiązkowa dla każdego pasjonata elektroniki!

Samodzielne budowanie robotów wydaje się czymś bardzo trudnym, wymagającym imponującej wiedzy z tak skomplikowanych dziedzin jak fizyka, informatyka czy elektronika. Warto wiedzieć, że to nie do końca prawda. Robotyka może być niezwykle inspirującą pasją, pozwalającą obudzić w sobie ducha prawdziwego wynalazcy, a zrozumienie teoretycznych podstaw najszybciej rodzi się w procesie samodzielnego budowania robota. Sprawdź sam!

Niniejsza książka stanowi doskonałe wprowadzenie do amatorskiego budowania robotów. W poszczególnych rozdziałach przedstawiono kolejne etapy budowy prostego robota i uzupełniono je o charakterystykę poszczególnych komponentów oraz opis ich funkcjonowania. Znajdziesz tu przydatne tabele z danymi, wskazówki dotyczące rozwiązań konstruktorskich, a także niezbędne podstawy teoretyczne — dzięki temu nie trzeba martwić się brakiem wiedzy. Po przeczytaniu tego podręcznika będziesz mógł zabrać się do realizowania bardziej skomplikowanych projektów!

### Najważniejsze zagadnienia omówione w książce:

- przygotowanie miejsca pracy, narzędzi i komponentów
- zasady bezpiecznej pracy podczas budowy robota
- funkcje poszczególnych części robota
- montowanie podzespołów robota i kontrola ich działania
- uruchomienie i dalsze rozwijanie robota
- druk 3D jako technologia tworzenia elementów konstrukcyjnych robota

**David Cook** — prowadzi popularny serwis RobotRoom.com i jest autorem ponad setki artykułów dotyczących oprogramowania, elektroniki i budowy maszyn. W przeszłości, jako programista, napisał popularną serię gier RPG TaskMaker. Kierował też pracą zespołów tworzących aplikacje dla platform: Motorola, SmartSignal i GE. Jest autorem Copper Connection — aplikacji przeznaczanej do tworzenia projektów drukowanych płytek obwodów. Obecnie Cook zajmuje się inżynierią oprogramowania w firmie Microsystems.

**Helion**

45356 numer katalogowy

księgarnia internetowa

<http://helion.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

Sprawdź najnowsze promocje:

● <http://helion.pl/promocje>

● <http://helion.pl/ksiazki>

● <http://helion.pl/bestsellery>

Zamów informacje o nowościach:

● <http://helion.pl/nawosci>

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>

**Apress®**

ISBN 978-83-283-2469-5



9 788328 324695

cena: 69,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu

sięgnij po **WIĘCEJ**



KOD KORZYŚCI