

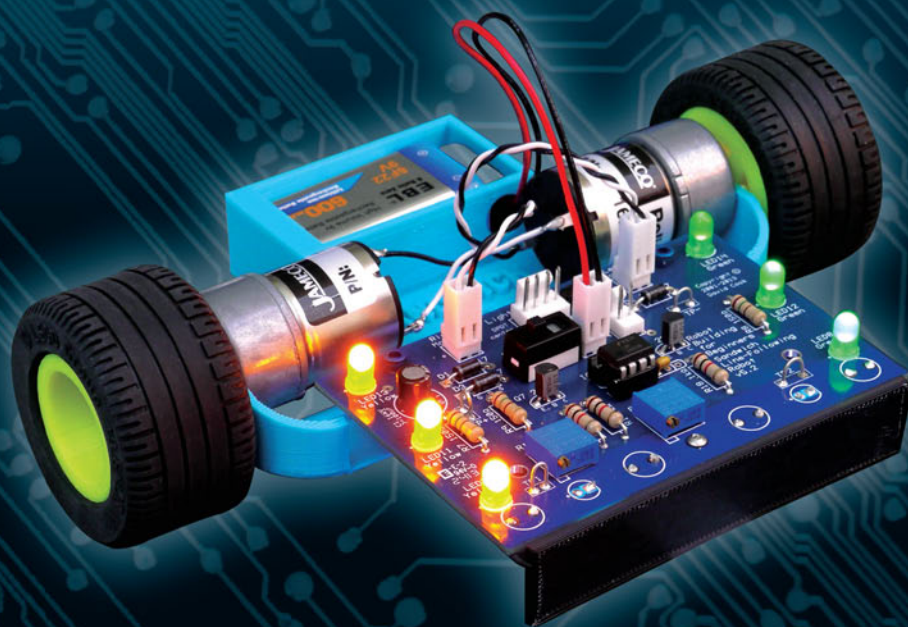


TECHNOLOGY IN ACTION™

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
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

O autorze	17
Podziękowania	19
Wprowadzenie	21
Rozdział 1. Witaj, twórczo robotów!	23
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
Rozdział 2. Gdzie zdobyć narzędzia i podzespoły	35
Zamów bezpłatne informacje	35
Odczytaj ukryte informacje	37
Zwróć uwagę na tabele	37
Licz części	37
Porównuj ceny	37
Oszczędzaj pieniądze	38

Rozdział 3. Zasady bezpieczeństwa	41
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
Odłączaj zasilanie	49
Trzymaj się z daleka od niebezpiecznych robotów	50
Dobierz rozmiar silników	50
Dobierz oświetlenie	50
Bądź wypoczęty i zrównoważony	51
Rozdział 4. Uniwersalny miernik cyfrowy	53
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
Rozdział 5. Wartości i jednostki	71
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

Rozdział 6.	Robot podążający wzdłuż linii	79
	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
Rozdział 7.	Baterie i akumulatory 9-woltowe	93
	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
Rozdział 8.	Zaciski i końcówki pomiarowe	105
	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
Rozdział 9.	Rezystory	113
	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

Oznaczenie i przechowywanie	119
Zdobądź pojemniki na części	120
Powstrzymaj pokusę, aby kawałek przeskoczyć	120
Rozdział 10. Diody świecące (LED)	121
Cechy diod świecących	121
Rozmiary diod świecących	121
Kształty diod świecących	123
Przejrzystość obudowy diody	124
Kąty widzenia	125
Kolory diod	125
Jasność diod świecących	126
Sprawność diod świecących	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 świecących	130
Przygotowanie miernika do badania diody	130
Interpretacja wyników badania diody świecącej	131
Diody w zestawach	132
Rozświetlamy drogę	133
Rozdział 11. Włączamy zasilanie!	135
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
Rozdział 12. Budowa prototypów bez lutowania	149
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
Rozdział 13. Przygotowanie płytki prototypowej do pracy	165
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 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
Rozdział 14. Rezystory zmienne	175
Potencjometry	175
Potencjometr dostroiczny	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

Rozdział 15. Komparatory	191
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
Rozdział 16. Przełączniki tranzystorowe	205
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
Rozdział 17. Silniki prądu stałego	219
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
Ciążar 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
Rozdział 18. Dodajemy silniki z przekładnią	249
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
Rozdział 19. Koła	259
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
Rozdział 20. Łączniki	275
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
Rozdział 21. Sprzęt do lutowania	291
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
Rozdział 22. Lutowanie i łączenie	299
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
Rozdział 23. Finalny montaż elementów na płytce	319
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 do dodatniego źródła napięcia	331
Pomiar rezystancji całego obwodu	331
Pomiar spadku napięcia	333
Podgrzewanie spoin z lutowia	333
Wstrzymaj oddech	334
Rozdział 24. Korpus, czyli obudowa	335
Wybór obudowy	335
Bujanie w obłokach, czyli wymyślanie obudowy idealnej	335
Sporządzenie 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
Rozdział 25. Uruchamianie robota	357
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
Rozdział 26. Prostsza, mniejsza i tańsza „Kanapka”	373
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
Ciągłe zmiany	383
Rozdział 27. Dalszy rozwój	385
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
Przełączniki	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

Dodatek A	407
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
Dodatek B	415
Rozpoczynamy pracę z drukarką 3D	415
Niezbyt daleki 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
Skorowidz	429

ROZDZIAŁ 10



Diody świecące (LED)

W tym rozdziale omówię diody świecące (LED¹ — 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.

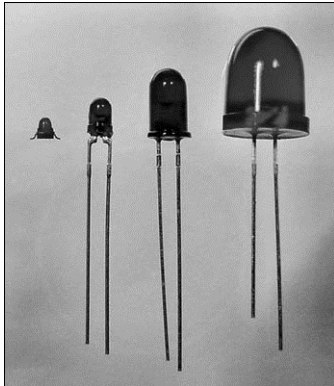
Rozmiary diod świecących

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 dziwaczny 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.

¹ 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.*

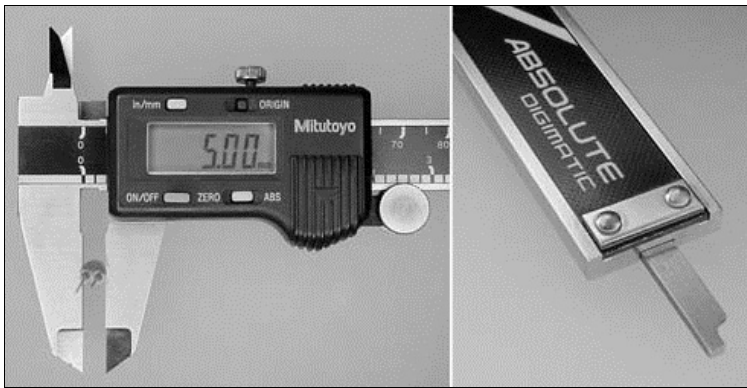


Rysunek 10.1. Rozmiary diod świecących: (od lewej) do montażu powierzchniowego (1,5 mm), mała — T1 (3 mm), standardowa — T1¼ (5 mm) i wielka — T3¼ (10 mm)

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.

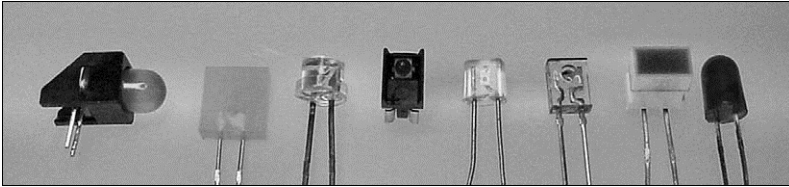


Rysunek 10.2. Pomiar średnicy diody świecącej za pomocą suwmiarki (po lewej). Drugi koniec suwmiarki wysuwa się w celu pomiaru głębokości otworów (po prawej)

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).

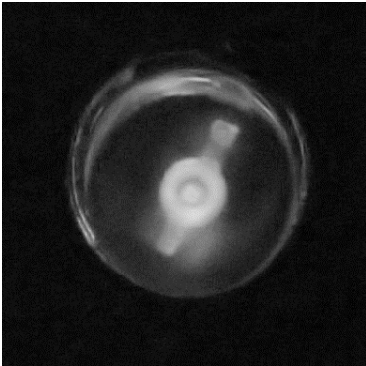
Kształty diod świecących

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.



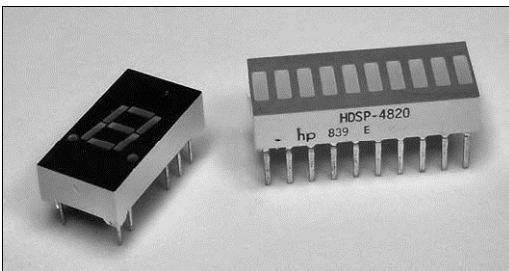
Rysunek 10.3. Wybór kształtów pojedynczych diod świecących

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

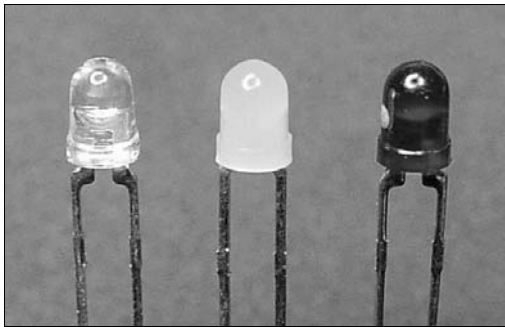
Często kilka diod świecących umieszcza się we wspólnej obudowie (patrz rysunek 10.5). Numeryczny wyświetlacz LED (spotykany często w zegarach) to właśnie siedem niezależnych diod świecących, rozmieszczonych w kształcie cyfry „8”. Zapalając wybrane diody, można uzyskać kształty wszystkich cyfr i niektórych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

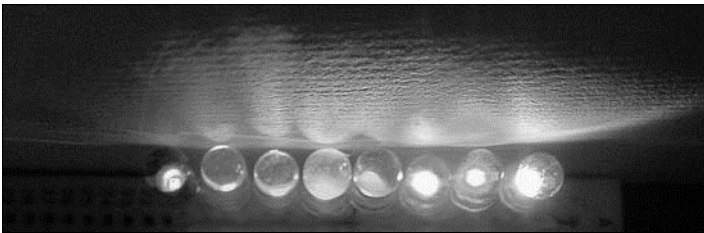
Kąty widzenia podaje się jedynie dla diod przezroczystych. Obudowy matowe z natury rozpraszają światło diody we wszystkich kierunkach.

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 wyrażenie 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 λ (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

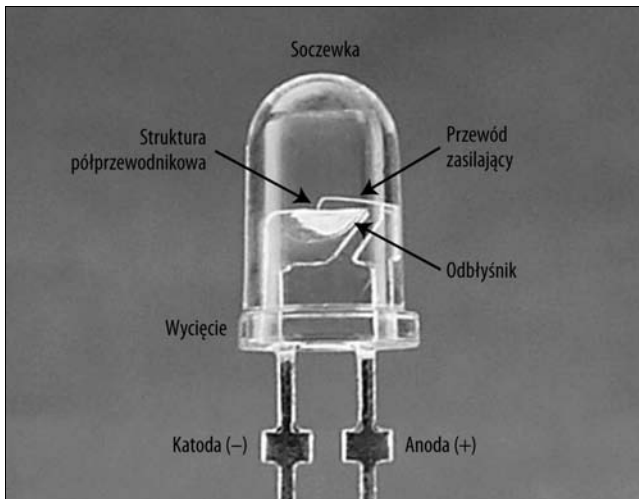
Sprawność określa stosunek pomiędzy ilością pobieranej energii a ilością emitowanego światła. Wraz z rozwojem technologii diody stają się coraz sprawniejsze. Ma to znaczenie szczególnie w robotach zasilanych bateryjnie.

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

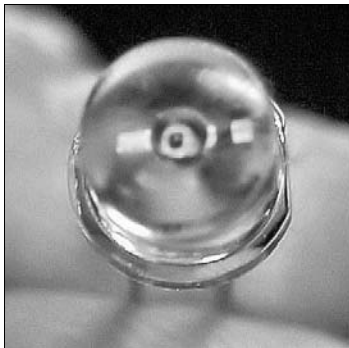
Większość diod świecących ma dwa wyprowadzenia (patrz rysunek 10.8). Musisz podłączyć „plus” zasilania do anody, a „minus” (albo masę) do katody. Zwykła dioda nie zaświeci się, jeśli podłączysz zasilanie odwrotnie. Więcej: charakterystyka diody LED w ogóle nie pozwala na przepływ przez nią prądu przy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



Rysunek 10.8. Budowa diody świecącej

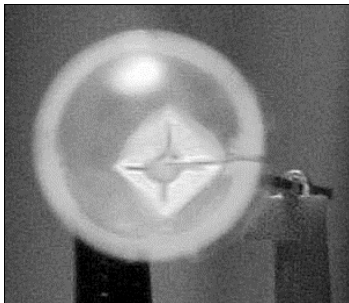
Aby określić, które z wyprowadzeń jest katodą, poszukaj spłaszczenia lub wycięcia w dolnej części okrągłej obudowy diody blisko jednego z wyprowadzeń. Dodatkowo wyprowadzenie podłączone do katody jest zazwyczaj krótsze niż wyprowadzenie anody.

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

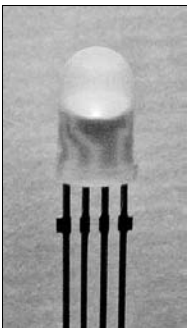
Trójkolorowymi nazywamy zazwyczaj diody posiadające trzy wyprowadzenia zamiast dwóch (patrz rysunek 10.11). Jedno wyprowadzenie odpowiada za jeden kolor, drugie za drugi, a trzecie jest wspólne. Zależnie od tego, które wyprowadzenie jest wspólne, mówimy o wspólnej anodzie (+) lub wspólnej katodzie (–).

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 obydwaj) 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.

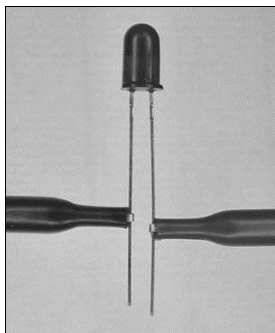
Przygotowanie miernika do badania diody

1. Czarny przewód pomiarowy powinien być podłączony do gniazda COM na mierniku.
2. Czerwony przewód podłącza się na ogół do złącza Ω , 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 świecącą

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 zwarcie². 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

² Dla elementów półprzewodnikowych (np. takich jak diody czy tranzystory) używa się często terminu „przebiecie” — *przyj. 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 leciusiutko 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 wyrażście 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_i) 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.

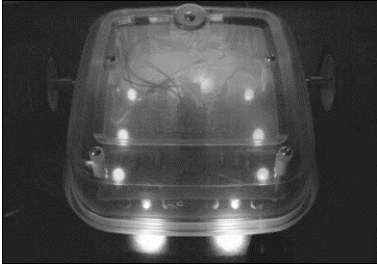
Tabela 10.2. Diody świecące w zestawach

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. Mógłbym 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

czątki, 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
 świecząca, 121
 trójkolorowa lub trójstanowa, 129
 wielokolorowa, 128
 długość fali, 125
 dobieranie
 fotorezystorów, 185
 rezystorów, 145
 silnika z przekładnią, 247
 dostrajanie, 357
 drabinki rezystorów, 371
 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
 żywotności 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
podstawa
 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
 przemienności, 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
- diody 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
- diody świecących, 130
- przewodów pomiarowych, 107
- silników, 359
- wartości rezystora, 119
- zasilania, 357

 sprawność

- diody 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 podczterwieni, 395
 stojak do wiertarki, 286
 stojan, 220
 stoper szerokości impulsu, 60
 styki, 313
 system metryczny, 71
 szczelina centralna, 152
 szczotki zasilające, 223
 szczypcy, 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
 bieźnika, 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
 uziemienie, 49
 uzwojenia wirnika, 221
 używanie ogniw, 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
 zaginanie 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

Ź

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>

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://hellon.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

Sprawdź najnowsze promocje:

- <http://hellon.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
- <http://hellon.pl/bestsellery>
Zamów! Informacje o nowościach:
- <http://hellon.pl/nowosc>

Helion SA
ul. Koszyczki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: hellon@hellon.pl
<http://hellon.pl>

Apress®

ISBN 978-83-283-2469-5



9 788328 324695

cena: 69,00 zł

sięgnij po WIĘCEJ



KOD KORZYŚCI