

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 akumulatorki 9-woltowe	93
Pomiar napięcia baterii	94
Przygotowanie miernika do pomiaru napięcia	94
Interpretacja wyników pomiaru	95
Charakterystyka baterii i akumulatorków 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
Zaopatrzyć się w całki 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

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 dostrojczy	176
Obracanie pokrętki	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
Niemożliwość 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 2907 A	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
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
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 płycie drukowanej	322
Lutowanie punktowe układu śledzenia linii	324
Testowanie układu robota	330
Uwaga na niską rezystancję	330
Nieprzylutowane wyprowadzenia	331
Sprawdź wszystkie wyprowadzenia podłączone 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
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 potencjometry	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 niechcący popsulem, 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 trój wymiarze	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