

# Spis treści

## O autorze (17)

## Podziękowania (19)

## Wprowadzenie (21)

## Rozdział 1. Witaj, twórcu robotów! (23)

- o Cztery dziedziny (23)
- o Anatomia amatorskiego robota (24)
  - Układy sterujące (25)
  - Zasilanie elektryczne (25)
  - Czujniki (27)
  - Napęd i interakcja z otoczeniem (28)
  - Pozostałe elementy (29)
  - Korpus (30)
- o Proces budowy (31)
  - Kawałek po kawałku (31)
  - Tworzenie komponentów (31)
  - Wyluzuj i baw się dobrze (32)
  - Znajdź towarzyszy i pomoc (32)
- o Dalej w las (33)

## Rozdział 2. Gdzie zdobyć narzędzia i podzespoły (35)

- o Zamów bezpłatne informacje (35)
- o Odczytaj ukryte informacje (37)
  - Zwróć uwagę na tabele (37)
  - Licz części (37)
  - Porównuj ceny (37)
- o Oszczędzaj pieniądze (38)

## Rozdział 3. Zasady bezpieczeństwa (41)

- o Korzystaj z wieku i doświadczenia (41)
- o Przestrzegaj instrukcji (41)
  - Czytanie etykiet na środkach chemicznych (42)
  - Noś okulary ochronne (42)
  - Zawieszaj okulary albo kładź szkłem do góry (43)
- o Używaj ubrań ochronnych (43)
- o Zapewnij właściwą wentylację (43)
- o Właściwie przechowuj materiały i narzędzia (44)
  - Informuj o tym, co robisz i czego używasz (44)
- o Umyj się przed jedzeniem (44)
- o Unikaj groźnych substancji (44)
  - Ołów (45)
  - Rtęć (45)
  - Kadm (46)

- Kupuj bezpieczne części z oznaczeniem RoHS (46)
- o 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)
- o Trzymaj się z daleka od niebezpiecznych robotów (50)
- o Dobierz rozmiar silników (50)
- o Dobierz oświetlenie (50)
- o Bądź wypoczęty i zrównoważony (51)

#### **Rozdział 4. Uniwersalny miernik cyfrowy (53)**

- o 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)
- o 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)
- o 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)
- o Funkcje dotyczące prądu przemiennego (63)
  - Pomiar napięcia przemiennego (63)
  - Pomiar "True RMS" (prawdziwej wartości skutecznej) (63)
  - Pomiar prądu przemiennego (63)
- o Zdobądź zaciski haczykowe (63)
- o 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)
- o Nie pracuj bez miernika (69)

## **Rozdział 5. Wartości i jednostki (71)**

- o Wybór systemu metrycznego (71)
- o Pozbywanie się potęg tysiąca (71)
  - "M" i "m" (73)
  - Alternatywa dla greckiego "mikro" (73)
- o Skróty dla jednostek (74)
- o 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)
- o Omówiłem podstawy (78)

## **Rozdział 6. Robot podążający wzdłuż linii (79)**

- o Budowa trasy (80)
  - Powierzchnia trasy (80)
  - Oświetlenie trasy (80)
  - Linia wyznaczająca trasę (80)
  - Zakręty i przecięcia linii (82)
  - Budowa trasy - podsumowanie (83)
- o Wybór rozmiaru robota (83)
- o Przedstawiam "Kanapkę" (84)
  - Anatomia "Kanapki" (84)
  - Korpus "Kanapki" (89)
- o Budowa (92)

## **Rozdział 7. Baterie i akumulatory 9-woltowe (93)**

- o Pomiar napięcia baterii (94)
  - Przygotowanie miernika do pomiaru napięcia (94)
  - Interpretacja wyników pomiaru (95)

- o Charakterystyka baterii i akumulatorów 9-woltowych (96)
- o Zalecenia dla ogniów 9-woltowych (97)
  - Polecane ogniwa (97)
  - Niepolecane ogniwa (100)
- o Marki i producenci ogniów (101)
- o Użycie ogniów 9-woltowych w robotach (102)
  - Montaż baterii (102)
- o Idźmy z prądem (103)

## **Rozdział 8. Zaciski i końcówki pomiarowe (105)**

- o Krokodyle są dziś głodne (105)
- o Zaciski haczykowe (106)
- o 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)
- o Wykrywanie niepożądanych połączeń (110)
- o Hydraulik z kabelkami (111)

## **Rozdział 9. Rezystory (113)**

- o Ograniczanie napięcia i prądu za pomocą rezystorów (113)
- o Zdobądź zestaw rezystorów o różnych wartościach (114)
- o Dlaczego ważny jest rozmiar i tolerancja (114)
- o Wycinanki (115)
  - Zaopatrzyć się w cążki do cięcia przewodów (115)
- o Rezystancja i omy (116)
- o Pomiar rezystancji (117)
  - Interpretacja wartości rezystancji wyświetlanej przez miernik (117)
  - Poznaj zakresy pomiarowe rezystancji (118)
- o Sprawdzanie wartości rezystora on-line (119)
- o Oznaczanie i przechowywanie (119)
  - Zdobądź pojemniki na części (120)
- o Powstrzymaj pokusę, aby kawałek przeskoczyć (120)

## **Rozdział 10. Diody świeące (LED) (121)**

- o Cechy diod świeących (121)
  - Rozmiary diod świeących (121)
  - Kształty diod świeących (123)
  - Przezroczystość obudowy diody (124)
  - Kąty widzenia (125)
  - Kolory diod (125)
  - Jasność diod świeących (126)
  - Sprawność diod świeących (127)
- o Spojrzenie z bliska na budowę diody (127)
- o Rozróżnianie diod wielokolorowych (128)
  - Diody dwukolorowe (129)

- Diody trójkolorowe lub trójstanowe (129)
- Diody pełnokolorowe (129)
- o Sprawdzanie diod świecących (130)
  - Przygotowanie miernika do badania diody (130)
  - Interpretacja wyników badania diody świecącej (131)
- o Diody w zestawach (132)
- o Rozświetlamy drogę (133)

## **Rozdział 11. Włączamy zasilanie! (135)**

- o Poznajemy listę elementów (135)
  - Sprawdzanie części przed montażem (135)
- o Czytanie schematów elektrycznych (136)
- o Budujemy obwód wskaźnika zasilania (137)
  - Czy widzisz światło? (138)
  - Kilka eksperymentów z obwodem wskaźnika zasilania (138)
- o Zadania każdego z elementów (138)
- o Pomiar 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)
- o Podsumowanie wiedzy o obwodach (147)

## **Rozdział 12. Budowa prototypów bez lutowania (149)**

- o Potrzeba czegoś lepszego (149)
- o Płytki montażowe niewymagające lutowania (149)
  - Połączenia w otworkach (150)
  - Gniazda przyłączeniowe (154)
  - Płytki stykowe wysoce pożądane (155)
- o Przewody do pracy z płytkami stykowymi (156)
  - Wybór przewodów mostkujących (157)
- o Jak zrobić własne przewody mostkujące (159)
  - Usuwanie izolacji z końcówek przewodu (159)
  - Przycięcie przewodu do odpowiedniej długości (160)
  - Zagięcie końcówek przewodu (161)
- o Połączenia (163)

## **Rozdział 13. Przygotowanie płytki prototypowej do pracy (165)**

- o Rozważania na temat źródła zasilania (165)
  - Zatrzaski do baterii 9 V (166)
  - Podłączenie zasilania do gniazd przyłączeniowych (166)
- o Wybór wyłącznika zasilania (167)
  - Co oznacza SPDT? (168)
  - Montaż wyłącznika zasilania na płytce prototypowej (169)
- o Połączenie szyn zasilających (169)

- Dopasowanie końcówek pomiarowych miernika przy użyciu przewodu mostkującego (170)
- Podłączanie dolnej szyny zasilającej (171)
- Podział na środku (171)
- o Montaż diodowego wskaźnika zasilania (171)
  - Pomiar napięcia w wybranych punktach (172)
  - Przycinanie wyprowadzeń (173)
- o Cała prawda o wyłączniku zasilania robota (173)
- o Gotowi na więcej? (174)

## **Rozdział 14. Rezystory zmienne (175)**

- o Potencjometry (175)
  - Potencjometr dostrojący (176)
  - Obracanie pokrętła (177)
  - Zakup trymerów (177)
  - Pomiary potencjometru (177)
- o Obwód z diodą świecącą o regulowanej jasności (179)
  - Budowa obwodu z diodą świecącą o regulowanej jasności (180)
- o Obwód równoważenia jasności diod (180)
  - Budowa obwodu pozwalającego na zrównoważenie jasności diod (181)
- o Fotorezystory na bazie siarczku kadmu (182)
  - Wybór fotorezystorów (182)
  - Doświadczenie z fotorezystorem (183)
- o Obwód sterowany światłem (183)
- o 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)**

- o Komparator napięciowy (191)
  - Analiza układu LM393 (192)
  - Zakup komparatorów (194)
- o 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)
- o Dodajemy reflektory (200)
  - Działanie obwodu reflektorów z dwiema diodami LED (200)
  - Budowa obwodu reflektorów (202)
  - Powtarzamy sztuczkę z połączeniem kilku diod (202)
- o Doceniamy prostotę (203)

## **Rozdział 16. Przelącniki tranzystorowe (205)**

- o Czym jest "plus" i "minus" zasilania (206)
  - Poznajemy tranzystor 2907A (206)
- o 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)
- o 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)
- o Obwód porównywania jasności z tranzystorami (216)
  - Obliczanie wartości rezystorów ograniczających (216)
  - Budowa obwodu porównywania jasności z komparatorem i tranzystorami (218)
- o Podsumowanie informacji o tranzystorach PNP i NPN (218)

## **Rozdział 17. Silniki prądu stałego (219)**

- o 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)
- o Prosty obwód z silnikiem prądu stałego (226)
  - Wybór silnika (226)
  - Wybór baterii (227)
  - Budowa prostego obwodu z silnikiem prądu stałego (227)
- o 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)
- o 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)
- o Co dalej? (247)

## **Rozdział 18. Dodajemy silniki z przekładnią (249)**

- o Wybór silnika z przekładnią (249)
  - Zakup silników z przekładnią (250)
  - Badamy silnik z przekładnią (251)
- o Dodajemy silniki do naszego obwodu porównywania jasności z komparatorem (253)
  - Poznajemy diodę (254)
  - Dołączenie silników do obwodu porównywania jasności (255)
- o Zakończyliśmy część elektroniczną (257)

## **Rozdział 19. Koła (259)**

- o Budowa koła (259)
- o Cechy kół robota (260)
  - Wypełnienie powietrzem (260)
  - Kształty opon (261)
  - Szerokość opon (261)
  - Średnica opony (263)
  - Wybieramy koła dla robota (265)
- o 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)
- o Czyszczenie opon (272)
- o Na kołach do przodu (273)

## **Rozdział 20. Łączniki (275)**

- o Inne rozwiązania (275)
  - Ręczne wykonanie łączników (276)
  - Drukowanie łączników za pomocą drukarki 3D (276)
- o Rurki (276)
  - Wybór materiału na rurkę (276)
  - Zakup rurek o odpowiednich rozmiarach (277)
- o Mierzenie i cięcie rurek (279)
  - Określanie i oznaczanie długości rurek (279)



- Cięcie rurek (279)
- Szlifowanie uciętej krawędzi (282)
- Testowanie uciętych kawałków (282)
- o Osie krzyżakowe LEGO (283)
  - Wybór osi o odpowiedniej długości (283)
  - Zakup osi krzyżakowych z klocków LEGO (284)
- o Klejenie części łącznika (284)
  - Rozklejanie się elementów (284)
- o 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)
- o Wspaniały łącznik (289)

## **Rozdział 21. Sprzęt do lutowania (291)**

- o Drut do lutowania (292)
- o Topnik (293)
- o Lutownica (293)
- o Podstawka pod lutownicę (295)
- o Gąbka (295)
- o Uchwyt pomocniczy (296)
- o Odsysacze do cyny (297)
- o Lutowanie krok po kroku (298)
- o Do biegu gotowi: lutujemy (298)

## **Rozdział 22. Lutowanie i łączenie (299)**

- o Montaż silników i przełączników (299)
  - Montaż silników (300)
  - Montaż przełącznika trybu śledzenia linii (311)
  - Obwód diodowego oświetlenia "komory silników" (315)
  - Kończenie pracy (317)
- o Lutowanie (318)

## **Rozdział 23. Finalny montaż elementów na płytce (319)**

- o Układ śledzenia linii (319)
  - Optymalizacja wydajności działania robota (321)
  - Lutowanie punktowe a lutowanie na płytce drukowanej (322)
  - Lutowanie punktowe układu śledzenia linii (324)
- o 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)
- o Wstrzymaj oddech (334)

## **Rozdział 24. Korpus, czyli obudowa (335)**

- o 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)
- o 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)
- o Zwarty i gotowy (355)

## **Rozdział 25. Uruchamianie robota (357)**

- o Poprawki i dostrajanie (357)
  - Oględziny (357)
  - Próbné uruchomienie - jazda po prostej linii (361)
  - Rozwiązywanie typowych problemów (361)
  - Czy on jedzie prosto? (365)
- o Dziewicza podróż (367)
  - Rozwiązywanie problemów ze sterowaniem (367)
- o Możliwości udoskonalania (368)
  - Zabezpieczenie przed niepoprawnym podłączeniem baterii (368)
  - Zapobieganie przepięciom przy użyciu kondensatorów (369)
  - Poprawianie podążania za linią (370)
- o Podsumowanie (372)

## **Rozdział 26. Prostsza, mniejsza i tańsza "Kanapka" (373)**

- o Modyfikacja modułu czujników (373)
  - Zmniejszanie rezystancji czujnika światła (373)
  - Jazda po linii prostej (375)
  - Modyfikacja czy tworzenie od podstaw? (375)
- o Redukcja kosztów i zwiększenie możliwości (375)
  - Mniejsze obudowy (378)
  - Zwiększanie funkcjonalności (380)
  - Redukcja kosztów (381)
- o Ciągłe zmiany (383)

## **Rozdział 27. Dalszy rozwój (385)**

- o 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)
  - Przekazniki (398)
  - Koła zębate (399)
  - Serwomechanizmy (400)
  - Kodery, czyli mierzenie prędkości obrotowej kół (400)
  - Wyświetlacze (401)
  - Bezprzewodowe sterowanie i przesyłanie danych (402)
- o 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)
- o Zawody (404)
  - Robocomp (404)
  - Cybairbot (404)
  - Robotic Arena (404)
  - PozRobot (405)
- o Cały świat możliwości (405)

## **Dodatek A (407)**

- o Magiczne prawo Ohma (407)
  - Prawo Ohma pomaga dobierać rezystory ograniczające (408)
  - Pomoc w określeniu natężenia prądu na podstawie napięcia (408)
  - Klucz do prawa Ohma (409)
  - Dalsze skutki prawa Ohma (409)
- o Rzeczy, które niechący 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)
- o Właściwe nazewnictwo napięć (412)
  - Masa zamiast "minusa" zasilania (413)
  - V z podwójnymi literami (413)

## **Dodatek B (415)**

- o Rozpoczynamy pracę z drukarką 3D (415)
  - Niezbyt daleki skok (416)
  - Szybkie nanoszenie poprawek (417)
- o Drukowanie złącza silnika (417)
  - Projektowanie komponentu (417)
  - Przygotowania do druku (420)
  - Drukowanie w trójwymiarze (421)
  - Kończenie pracy nad złączem (421)
- o Drukowanie kół (422)
  - Tworzenie bieżnika (423)
  - Kompromis - połączenie dwóch projektów (424)
- o Projektowanie obudowy robota (425)
  - Pokrywa (426)
- o Zrób to sam (427)

## **Skorowidz (429)**