

O'REILLY®



Elektronika z wykorzystaniem Arduino i Raspberry Pi

RECEPTURY

Tytuł oryginału: Electronics Cookbook: Practical Electronic Recipes with Arduino and Raspberry Pi

Tłumaczenie: Wojciech Moch (rozdz. 1 – 7); Tomasz Walczak (wstęp, rozdz. 8 – 21, dodatki)

ISBN: 978-83-283-3701-5

© 2018 Helion SA

Authorized Polish translation of the English edition of Electronics Cookbook,
ISBN 9781491953402 © 2017 Simon Monk.

This translation is published and sold by permission of O' Reilly Media, Inc.,
which owns or controls all rights to publish and sell the same.

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/elarra>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:

<ftp://ftp.helion.pl/przyklady/elarra.zip>

Printed in Poland.

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

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

Spis treści

Przedmowa	11
1. Teoria	17
1.0. Wprowadzenie	17
1.1. Prąd	17
1.2. Napięcie	18
1.3. Wyliczanie napięcia, prądu i oporu	19
1.4. Wyliczanie prądu płynącego w danym punkcie układu	21
1.5. Wyliczanie napięć panujących w układzie	22
1.6. Moc	23
1.7. Prąd przemienny	24
2. Rezystory	27
2.0. Wprowadzenie	27
2.1. Odczytywanie oznaczeń rezystorów	27
2.2. Standardowe wartości rezystorów	29
2.3. Wybieranie rezystora nastawnego	30
2.4. Szeregowe łączenie rezystorów	32
2.5. Równoległe łączenie rezystorów	33
2.6. Obniżanie napięcia do mierzalnego poziomu	34
2.7. Wybierz rezystor, który się nie spali	36
2.8. Pomiar natężenia światła	37
2.9. Pomiar temperatury	38
2.10. Dobieranie odpowiednich przewodów	39
Rozwiązanie	39
3. Kondensatory i cewki	43
3.0. Wprowadzenie	43
3.1. Tymczasowe przechowywanie energii w układach	43
3.2. Rodzaje kondensatorów	47

3.3. Odczytywanie zapisów z obudowy kondensatora	49
3.4. Równoległe łączenie kondensatorów	50
3.5. Szeregowe łączenie kondensatorów	51
3.6. Przechowywanie ogromnych ilości energii	51
3.7. Obliczanie ilości energii zgromadzonej w kondensatorze	52
3.8. Zmienianie i ograniczanie przepływu prądu	53
3.9. Zmiana napięcia w prądzie przemiennym	54
4. Diody	57
4.0. Wprowadzenie	57
4.1. Blokowanie przepływu prądu w jednym z kierunków	57
4.2. Rodzaje diod	59
4.3. Użycie diody do ograniczania napięcia stałego	61
4.4. Niech stanie się światło	63
4.5. Wykrywanie światła	64
5. Tranzystory i układy scalone	67
5.0. Wprowadzenie	67
5.1. Przelączanie dużych prądów za pomocą małych	68
5.2. Przelączanie prądu za pomocą minimalnego prądu sterującego	71
5.3. Efektywne przelączanie dużych prądów	72
5.4. Przelączanie bardzo wysokich napięć	75
5.5. Dobór właściwego tranzystora	76
5.6. Przelączanie prądu przemiennego	78
5.7. Wykrywanie światła za pomocą tranzystora	80
5.8. Izolowanie sygnałów w eliminacji szumów lub zabezpieczeniu układu	81
5.9. Układy scalone	82
6. Przelączniki i przekaźniki	85
6.0. Wprowadzenie	85
6.1. Mechaniczne przelączniki	85
6.2. Rodzaje przelączników	86
6.3. Przelączanie za pomocą magnetyzmu	89
6.4. Przekazniki	90
7. Zasilacze	93
7.0 Wprowadzenie	93
7.1. Zmiana napięcia przemiennego na napięcie przemiennie	94
7.2. Zmiana napięcia przemiennego w stałe (metoda szybka)	95
7.3. Zmiana napięcia przemiennego w stałe z mniejszymi pulsacjami	97
7.4. Zmiana napięcia przemiennego w stabilizowane napięcie stałe	99
7.5. Zmiana napięcia przemiennego w regulowane napięcie stałe	101

7.6. Stabilizacja napięcia z baterii	102
7.7. Budowa zasilacza stałoprądowego	103
7.8. Efektywna stabilizacja napięcia stałego	104
7.9. Zmiana niskiego napięcia stałego w wyższe	105
7.10. Zmiana napięcia stałego na przemienne	106
7.11. Zasilanie projektu napięciem 110 lub 220 V	109
7.12. Zwiększanie wartości napięcia	110
7.13. Zasilanie wysokim napięciem o wartości 450 V	112
7.14. Zasilacz o jeszcze wyższym napięciu (> 1 kV)	114
7.15. Zasilacz bardzo, bardzo wysokiego napięcia (cewka Tesli)	115
7.16. Bezpiecznik	118
7.17. Zabezpieczenie przed zamianą polaryzacji	119
8. Baterie	123
8.0. Wprowadzenie	123
8.1. Szacowanie wytrzymałości baterii	123
8.2. Dobór baterii jednorazowych	125
8.3. Dobór akumulatora	126
8.4. Ładowanie podtrzymujące	127
8.5. Automatyczne awaryjne zasilanie bateryjne	129
8.6. Ładowanie akumulatorów LiPo	130
8.7. Pobierz resztki energii za pomocą układu joule thief	132
9. Energia słoneczna	135
9.0. Wprowadzenie	135
9.1. Zasilanie projektów energią słoneczną	135
9.2. Wybór panelu słonecznego	138
9.3. Pomiar rzeczywistej mocy wyjściowej panelu słonecznego	140
9.4. Zasilanie Arduino energią słoneczną	142
9.5. Zasilanie Raspberry Pi energią słoneczną	143
10. Arduino i Raspberry Pi	145
10.0. Wprowadzenie	145
10.1. Wprowadzenie do Arduino	145
10.2. Pobieranie i używanie szkiców Arduino z tej książki	148
10.3. Wprowadzenie do Raspberry Pi	149
10.4. Pobieranie i uruchamianie programów z tej książki w Pythonie	151
10.5. Uruchamianie programu na Raspberry Pi w momencie rozruchu urządzenia	152
10.6. Co zamiast Arduino i Raspberry Pi?	152
10.7. Włączanie i wyłączanie komponentów	154
10.8. Sterowanie cyfrowym wyjściem za pomocą Arduino	158

10.9. Sterowanie cyfrowym wyjściem za pomocą Raspberry Pi	159
10.10. Podłączanie Arduino do wejść cyfrowych (np. przełączników)	160
10.11. Podłączanie Raspberry Pi do wejść cyfrowych takich jak przełączniki	163
10.12. Wczytywanie wejść analogowych w Arduino	164
10.13. Generowanie analogowego sygnału wyjściowego w Arduino	165
10.14. Generowanie wyjściowego sygnału analogowego w Raspberry Pi	169
10.15. Podłączanie Raspberry Pi do urządzeń I2C	170
10.16. Podłączanie Raspberry Pi do urządzeń SPI	173
10.17. Konwersja poziomu napięcia	173
11. Przełączanie	177
11.0. Wprowadzenie	177
11.1. Przełączanie, gdy używana jest większa moc, niż Raspberry Pi lub Arduino potrafią obsłużyć	177
11.2. Przełączanie mocy po stronie wysokonapięciowej	179
11.3. Przełączanie z użyciem znacznie wyższej mocy	181
11.4. Przełączanie z użyciem znacznie wyższej mocy po stronie wysokonapięciowej	183
11.5. Wybieranie między tranzystorem bipolarnym a MOSFET-em	184
11.6. Przełączanie z użyciem Arduino	185
11.7. Przełączanie przy użyciu Raspberry Pi	189
11.8. Przełączanie dwukierunkowe	190
11.9. Sterowanie przełącznikiem za pomocą pinu GPIO	192
11.10. Sterowanie przełącznikiem statycznym za pomocą pinu GPIO	194
11.11. Podłączanie wyjść typu otwarty kolektor	195
12. Czujniki	197
12.0. Wprowadzenie	197
12.1. Podłączanie przełącznika do Arduino lub Raspberry Pi	197
12.2. Wyczuwanie pozycji pokrętki	202
12.3. Pobieranie wejściowych sygnałów analogowych z czujników rezystancyjnych	206
12.4. Dodawanie wejść analogowych do Raspberry Pi	208
12.5. Podłączanie czujników rezystancyjnych do Raspberry Pi bez przetwornika analogowo-cyfrowego	209
12.6. Pomiar intensywności światła	211
12.7. Pomiar temperatury w Arduino lub Raspberry Pi	211
12.8. Pomiar temperatury w Raspberry Pi bez przetwornika analogowo-cyfrowego	214
12.9. Pomiar położenia obrotowego za pomocą potencjometru	215
12.10. Pomiar temperatury za pomocą analogowego układu scalonego	216
12.11. Pomiar temperatury za pomocą cyfrowego układu scalonego	219
12.12. Pomiar wilgotności	222
12.13. Pomiar odległości	224

13. Silniki	227
13.0. Wprowadzenie	227
13.1. Włączanie i wyłączanie silnika prądu stałego	227
13.2. Pomiar szybkości silnika prądu stałego	229
13.3. Sterowanie kierunkiem silnika prądu stałego	231
13.4. Precyzyjne ustawianie położenia silników	235
13.5. Przesuwanie silnika o precyzyjnie określoną liczbę kroków	239
13.6. Wybieranie prostszego silnika krokowego	244
14. Diody LED i wyświetlacze	249
14.0. Wprowadzenie	249
14.1. Podłączanie standardowych diod LED	249
14.2. Zasilanie diod LED dużej mocy	251
14.3. Zasilanie wielu diod LED	254
14.4. Jednoczesne przełączanie wielu diod LED	255
14.5. Multipleksowanie sygnału do siedmiosegmentowych wyświetlaczy	256
14.6. Sterowanie wieloma diodami LED	259
14.7. Zmienianie kolorów diod LED RGB	263
14.8. Podłączanie adresowalnych taśm LED	267
14.9. Używanie siedmiosegmentowego wyświetlacza LED z interfejsem I2C	270
14.10. Wyświetlanie grafiki lub tekstu na wyświetlaczach OLED	273
14.11. Wyświetlanie tekstu na alfanumerycznych wyświetlaczach LCD	275
15. Cyfrowe układy scalone	279
15.0. Wprowadzenie	279
15.1. Zabezpieczanie układów scalonych przed szumem elektrycznym	279
15.2. Poznaj rodzinę używanych układów logicznych	281
15.3. Sterowanie wyjściami o liczbie większej niż liczba pinów GPIO	282
15.4. Tworzenie cyfrowego przełącznika	286
15.5. Zmniejszanie częstotliwości sygnału	287
15.6. Podłączanie liczników dziesiętnych	288
16. Rozwiązania analogowe	291
16.0. Wprowadzenie	291
16.1. Odfiltrowywanie wysokich częstotliwości w szybki i uproszczony sposób	291
16.2. Budowanie oscylatora	294
16.3. Sekwencyjne zapalanie diod LED	295
16.4. Unikanie spadków napięcia między wejściem a wyjściem	296
16.5. Budowanie taniego oscylatora	298
16.6. Budowanie oscylatora o zmiennym cyklu roboczym	300
16.7. Budowanie generatora impulsów	302

16.8. Sterowanie szybkością silnika	303
16.9. Stosowanie modulacji PWM do sygnału analogowego	305
16.10. Budowanie oscylatora sterowanego napięciem	306
16.11. Pomiar decybeli	308
17. Wzmacniacze operacyjne	311
17.0. Wprowadzenie	311
17.1. Wybór wzmacniacza operacyjnego	312
17.2. Zasilanie wzmacniacza operacyjnego (zasilanie symetryczne)	314
17.3. Zasilanie wzmacniacza operacyjnego (jedno źródło zasilania)	315
17.4. Budowanie wzmacniacza odwracającego	316
17.5. Budowanie wzmacniacza nieodwracającego	318
17.6. Buforowanie sygnału	320
17.7. Zmniejszanie amplitudy wysokich częstotliwości	321
17.8. Odfiltrowywanie niskich częstotliwości	324
17.9. Odfiltrowywanie wysokich i niskich częstotliwości	326
17.10. Porównywanie napięć	328
18. Dźwięk	331
18.0. Wprowadzenie	331
18.1. Generowanie dźwięku w Arduino	332
18.2. Odtwarzanie dźwięku za pomocą Raspberry Pi	334
18.3. Stosowanie w projekcie mikrofonu elektretowego	335
18.4. Budowanie wzmacniacza mocy 1 W	339
18.5. Budowanie wzmacniacza mocy 10 W	340
19. Częstotliwości radiowe	345
19.0. Wprowadzenie	345
19.1. Budowanie nadajnika FM	349
19.2. Tworzenie programowego nadajnika FM z użyciem Raspberry Pi	351
19.3. Budowanie odbiornika FM sterowanego za pomocą Arduino	352
19.4. Przesyłanie danych cyfrowych drogą radiową	354
20. Konstruowanie obwodów	359
20.0. Wprowadzenie	359
20.1. Tworzenie obwodów tymczasowych	359
20.2. Tworzenie trwałych układów	366
20.3. Projektowanie własnej płytki drukowanej	369
20.4. Lutowanie komponentów do montażu przewlekanego	372
20.5. Lutowanie komponentów do montażu powierzchniowego	373
20.6. Rozlutowywanie komponentów	378
20.7. Dodawanie radiatorów	380

21. Narzędzia	383
21.0. Wprowadzenie	383
21.1. Korzystanie z zasilacza laboratoryjnego	383
21.2. Pomiar napięcia DC	384
21.3. Pomiar napięcia AC	386
21.4. Pomiar natężenia prądu	387
21.5. Pomiar ciągłości	388
21.6. Pomiar rezystancji, pojemności lub indukcyjności	389
21.7. Rozładowywanie kondensatorów	390
21.8. Pomiar wysokiego napięcia	391
21.9. Stosowanie oscyloskopu	394
21.10. Używanie generatora sygnału	395
21.11. Symulacje	397
21.12. Bezpieczna praca z wysokim napięciem	400
A Części i dostawcy	401
B Piny Arduino	411
C Piny Raspberry Pi	413
D Jednostki i przedrostki	415
Skorowidz	417

1.0. Wprowadzenie

Mimo że w tej książce będziemy zajmować się przede wszystkim praktyką, to jednak nie uda się nam uniknąć kilku teoretycznych aspektów elektroniki.

Zwłaszcza poznanie związków łączących napięcie, prąd i opór sprawi, że niejedna rzecz nagle staje się zupełnie jasna.

Podobnie wiedza o związkach pomiędzy mocą, napięciem i prądem pozwala w wielu miejscach oszczędzić naprawdę dużo czasu.

1.1. Prąd

Problem

Chcesz się dowiedzieć, co w elektronice oznacza pojęcie *prądu*.

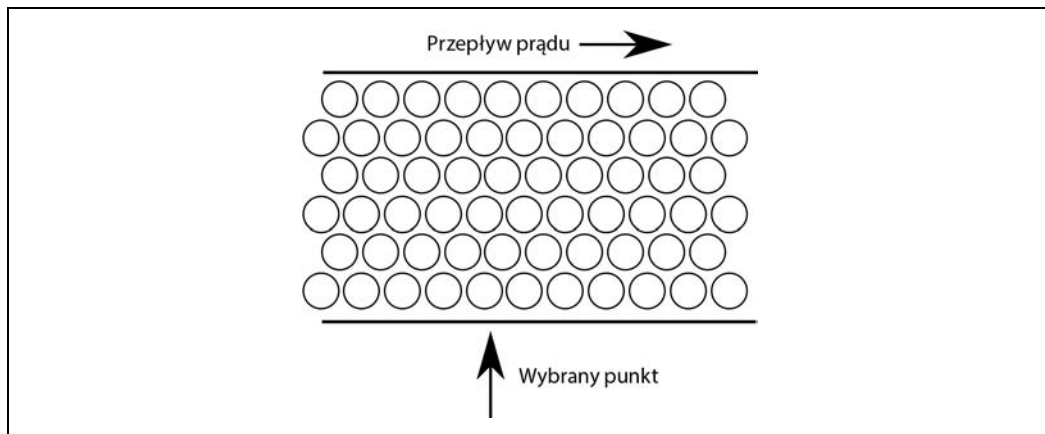
Rozwiązanie

Już samo słowo „prąd” sugeruje, że to pojęcie będzie miało znaczenie zbliżone do pojęcia prądu w rzece. Na przykład o sile prądu w rurze można myśleć jak o ilości wody, jaka co sekundę mija pewien punkt w tej rurze. Taki przepływ można zmierzyć i podawać choćby w litrach na sekundę.

W elektronice prąd jest ilością ładunku przenoszonego przez elektrony, jaki mija w ciągu sekundy wybrany punkt w przewodzie (rysunek 1.1). Jednostką takiego prądu jest amper, a w opisach stosuje się symbol jednostki A.

Opis

W wielu układach prąd o wartości całego ampera okazuje się zdecydowanie zbyt wielki, dlatego często zdarzy Ci się zobaczyć takie jednostki jak miliampery (mA, czyli tysięczne części ampera).



Rysunek 1.1. Przepływ prądu w przewodzie

Zobacz też

Pełną listę jednostek i ich przedrostków, takich jak mA, znajdziesz w dodatku D.

Więcej informacji na temat prądów płynących w obwodzie znajdziesz w rozpisie 1.4.

1.2. Napięcie

Problem

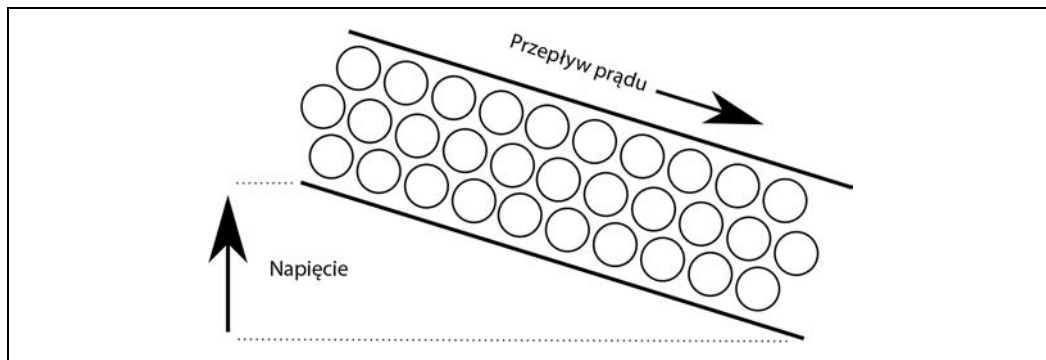
Chcesz dowiedzieć się, co w elektronice oznacza pojęcie *napięcia*.

Rozwiązanie

W rozpisie 1.1 dowiedzieliśmy się, że prąd jest miarą przepływu ładunku. Jednak prąd nie będzie płynął, jeżeli coś nie wywoła ruchu ładunków. W przykładzie z rurą i wodą takim czynnikiem może być to, że jeden koniec rury jest położony wyżej od drugiego.

Omawiając pojęcie napięcia, warto zauważyć, że jest ono podobne do wysokości w systemie rurek z wodą. Tak jak wysokość, napięcie również jest względne. Wysokość w metrach nad poziomem morza, na jakiej znajduje się rurka, nie ma wpływu na szybkość, z jaką przepływa przez nią woda. Tutaj ważne jest raczej to, o ile wyżej znajduje się jeden koniec rurki od drugiego (rysunek 1.2).

Napięcie można wyznaczać na danym odcinku przewodu (między jego jednym i drugim końcem), a w innych sytuacjach na przykład pomiędzy końcówkami baterii. Przede wszystkim o napięciu możemy mówić dopiero wtedy, gdy zostanie ono wyznaczone pomiędzy dwoma punktami. Punkt o wyższym napięciu jest nazywany dodatnim i oznaczany znakiem plusa (+).



Rysunek 1.2. Napięcie jako analogia wysokości

To właśnie różnica napięć między punktami sprawia, że prąd zaczyna płynąć przez przewód. Jeżeli takiej różnicy między końcami przewodu nie będzie, to żaden prąd w nim nie popłynie.

Jednostką napięcia jest volt. Typowa bateria AA ma mniej więcej 1,5 V pomiędzy swoimi biegunami. Układy Arduino działają na napięciu 5 V, natomiast komputerki Raspberry Pi działają na napięciu 3,3 V, choć wymagają zasilania napięciem 5 V, które dopiero wewnętrznie jest zmniejszane do 3,3 V.

Opis

Niektóre teksty mogą sprawiać wrażenie, jakby napięcie odnosiło się do jednego, a nie dwóch punktów w układzie elektronicznym. W takich przypadkach podana wartość opisuje różnicę napięć pomiędzy określonym punktem w układzie a ziemią. Ziemią (często oznaczaną skrótem GND, od angielskiego *Ground*) nazywane jest lokalne napięcie odniesienia, względem którego wyznaczone są napięcia w całym układzie. Dla ułatwienia można o nim myśleć jak o napięciu 0 V.

Zobacz też

Więcej informacji o napięciach znajdziesz w przepisie 1.5.

1.3. Wylizanie napięcia, prądu i oporu

Problem

Chcesz dowiedzieć się, w jaki sposób napięcie oddziałuje na prąd płynący w obwodzie.

Rozwiązanie

Zastosuj prawo Ohma.

Prawo Ohma mówi, że prąd płynący przez przewód lub element elektroniczny (I) będzie równy napięciu panującemu na tym elemencie (V) podzielonemu przez opór tego elementu (R). Tę zależność można zapisać za pomocą poniższego wzoru:

$$I = \frac{V}{R}$$

Jeżeli w takim układzie chcesz wyznaczyć napięcie panujące na danym elemencie, to wzór można przekształcić do następującej postaci:

$$V = I \cdot R$$

A jeżeli znasz już wartość prądu płynącego przez rezystor oraz panujące na nim napięcie, to możesz wyznaczyć opór, stosując poniższy wzór:

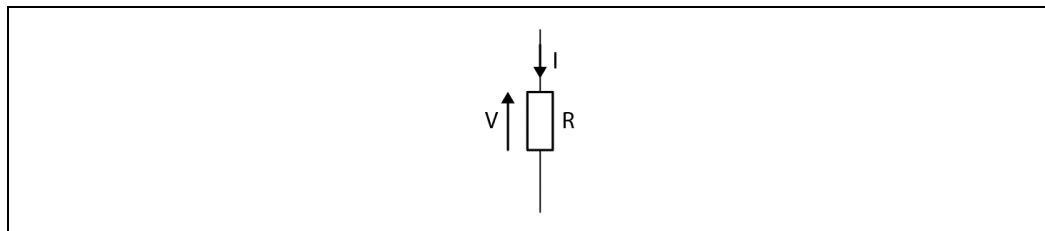
$$R = \frac{V}{I}$$

Opis

Opór (rezystancja) jest zdolnością danej substancji do ograniczania przepływu prądu. Przewód powinien mieć niski opór, ponieważ zazwyczaj chcemy, żeby prąd płynął w przewodach bez niepotrzebnych ograniczeń. Im grubszy jest przewód, tym mniejszy opór będzie stawał na danym odcinku. Oznacza to, że metr przewodu podobnego do tych łączących baterię z żarówką (a dzisiaj raczej z diodą LED) w typowych latarkach będzie miał opór od 0,1 Ω do 1 Ω . Z drugiej strony, gruby przewód łączący elektryczny czajnik z gniazdkiem może mieć opór zaledwie kilku miliomów (m Ω).

Bardzo ważne jest, żeby odpowiednio ograniczyć wartość prądu płynącego przez daną część układu elektronicznego, zwiększając jej oporność za pomocą specjalnego elementu nazywanego rezystorem.

Na rysunku 1.3 przedstawiony został symbol rezystora (mały prostokąt), na którym oznaczono również kierunek przepływu prądu (I) oraz panujące na nim napięcie (V).



Rysunek 1.3. Napięcie, prąd i opór

Załóżmy, że do baterii o napięciu 1,5 V podłączymy rezystor o wartości 100 Ω , tak jak pokazano na rysunku 1.4. W takich zapisach grecka litera Ω (omega) używana jest jako jednostka rezystancji (om).

Dzięki prawu Ohma wiemy, że prąd płynący przez rezystor będzie równy napięciu na tym rezystorze podzielonemu przez jego rezystancję. W tym przypadku możemy założyć, że przewody mają rezystancję równą zero.

A zatem: $I = 1,5 \text{ V} : 100 \Omega = 0,015 \text{ A}$ lub 15 mA.



Rysunek 1.4. Bateria i rezystor

Zobacz też

W przepisie 1.4 dowiesz się, co dzieje się z prądem płynącym przez rezystory i przewody w układzie. Związki łączące napięcie, prąd i moc poznasz w przepisie 1.6.

1.4. Wylizanie prądu płynącego w danym punkcie układu

Problem

Chcesz obliczyć wartość prądu płynącego w wybranym punkcie układu.

Rozwiązanie

Użyj pierwszego (prądowego) prawa Kirchhoffa.

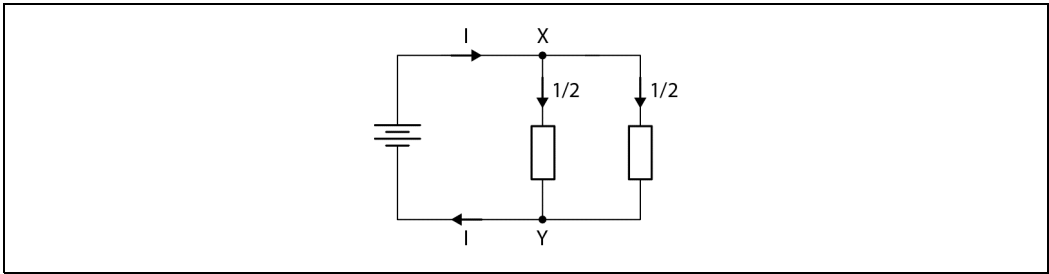
W najprostszym słowach — pierwsze prawo Kirchhoffa mówi, że dla dowolnego punktu w układzie suma prądów wpływających do tego punktu musi być równa sumie prądów z niego wypływających.

Opis

Na przykład na rysunku 1.5 dwa rezystory połączone są równolegle i zasilane są za pomocą baterii (zauważ, że po lewej stronie rysunku znajduje się schematyczny symbol baterii).

Prąd o wartości I wypływa z baterii do punktu X, z którego wychodzą dwa przewody. Jeżeli znajdujące się w nich rezystory mają taką samą wartość, to przez każdy z nich popłynie prąd o wartości połowy prądu wpływającego.

W punkcie Y dwa przewody łączą się ponownie, a zatem do tego punktu wpływają dwa prądy o wartości $I/2$, a po ich połączeniu z punktu Y wypłynie prąd o wartości I .



Rysunek 1.5. Rezystory połączone równolegle

Zobacz również

W przepisie 1.5 przeczytasz o drugim prawie Kirchhoffa.

Dokładniejszy opis równoległego łączenia rezystorów znajdziesz w przepisie 2.5.

1.5. Wyliczanie napięć panujących w układzie

Problem

Chcesz dowiedzieć się, w jaki sposób sumują się napięcia panujące na elementach układu.

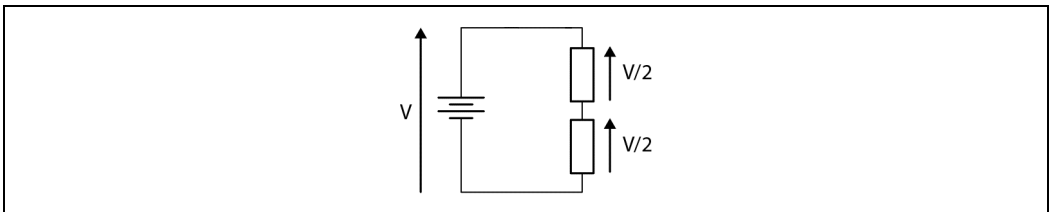
Rozwiązanie

Zastosuj drugie (napięciowe) prawo Kirchhoffa.

To prawo mówi, że suma wszystkich napięć panujących na poszczególnych elementach układu będzie równa zero.

Opis

Na rysunku 1.6 przedstawiono dwa rezystory połączone szeregowo z baterią. Zakładamy, że oba mają taką samą wartość.



Rysunek 1.6. Rezystory połączone szeregowo

Na pierwszy rzut oka można tu nie zauważyć działania drugiego prawa Kirchhoffa. Wystarczy jednak zwrócić uwagę na polaryzację przedstawionych napięć. Bateria po lewej stronie dostarcza do układu V woltów, które to napięcie jest równe co do wartości, ale ma odwrotną polaryzację (a co za tym idzie — znak) względem dwóch napięć $V/2$ panujących na rezystorach.

Oznacza to, że napięcie V musi zostać zrównoważone przez dwa napięcia o wartości $V/2$. A zatem: $V = V/2 + V/2$ lub $V - (V/2 + V/2) = 0$.

Zobacz również

Przedstawione tu ułożenie dwóch rezystorów stosowane jest również do zmniejszania wartości napięcia, o czym opowiem w przepisie 2.6.

W przepisie 1.4 przedstawiam też pierwsze (prądowe) prawo Kirchhoffa.

1.6. Moc

Problem

Chcesz dowiedzieć się, co w elektronice oznacza *moc*.

Rozwiązanie

W elektronice moc jest wielkością opisującą szybkość przemiany energii elektrycznej w inną formę energii (najczęściej w ciepło). Mierzona jest w dżulach na sekundę, która to jednostka znana jest w skrócie jako wat (W).

Po podłączeniu rezystora w sposób przedstawiony na rysunku 1.4 w przepisie 1.3 rezystor zacznie generować pewną ilość ciepła. Jeżeli tego ciepła będzie dużo, to rezystor może stać się naprawdę gorący. Ilość mocy przekształconej w rezystorze w ciepło można wyliczyć, stosując poniższy wzór:

$$P = I \cdot V$$

Innymi słowy, moc wyrażona w watach równa jest napięciu panującemu na rezystorze (podanemu w woltach) pomnożonemu przez płynący przez niego prąd (podany w amperach). W przykładzie z rysunku 1.4 napięcie na rezystorze wynosiło $1,5\text{ V}$, a płynący przez niego prąd obliczyliśmy na 15 mA . Oznacza to, że moc wygenerowana na tym rezystorze wynosi $1,5\text{ V} \cdot 15\text{ mA} = 22,5\text{ mW}$.

Opis

Jeżeli znasz napięcie panujące na rezystorze oraz jego rezystancję, to możesz połączyć prawo Ohma ze wzorem na moc ($P = I \cdot V$) i skorzystać z następującego wzoru:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Przy wartościach $V = 1,5 \text{ V}$ i $R = 100 \text{ } \Omega$ moc wygenerowana na rezystorze wynosi $1,5 \text{ V} \cdot 1,5 \text{ V} : 100 \text{ } \Omega = 22,5 \text{ mW}$.

Zobacz też

Prawo Ohma omawiałem w przepisie 1.3.

1.7. Prąd przemienny

Problem

Wiesz, że prąd elektryczny występuje w dwóch wariantach: prądu stałego (DC — ang. *Direct Current*) oraz prądu przemiennego (AC — ang. *Alternating Current*), i chcesz dowiedzieć się, czym różnią się te dwa warianty.

Rozwiązanie

We wszystkich dotychczasowych przepisach zakładaliśmy stosowanie prądu stałego. Oznacza to, że napięcie w układzie jest stałe, czego można oczekiwać od każdej porządnej baterii.

Prąd przemienny pojawia się natomiast w gniazdkach elektrycznych w ścianach naszych domów. Co prawda można zmniejszyć jego wartość (tak jak w przepisie 3.9), ale normalnie ma on dość wysokie (i niebezpieczne) napięcie. W Europie napięcie w gniazdkach ma wartość 230 V, w Stanach Zjednoczonych jest to 110 V, a w pozostałych miejscach na świecie może to być 240 V lub 220 V.

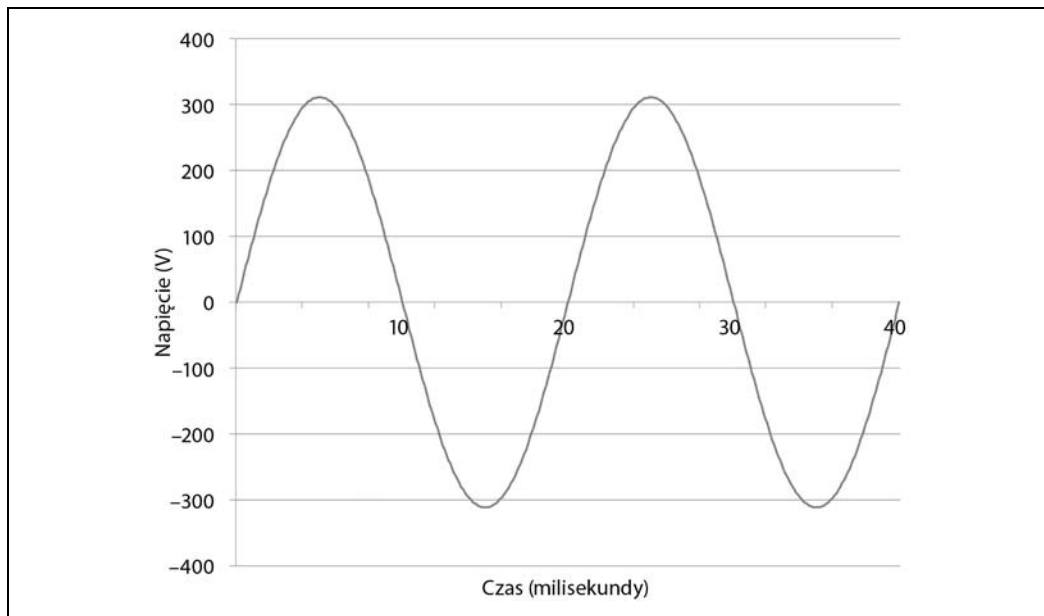
Opis

Przemienność prądu wynika z tego, że w tym rodzaju prądu kierunek przepływu zmienia się wiele razy w ciągu sekundy. Na rysunku 1.7 przedstawiony został wykres zmiany napięcia w gniazdku dowolnego europejskiego domu.

Przede wszystkim trzeba zauważyć, że napięcie zmienia się tutaj według krzywej będącej sinusoidą, która wznosi się aż do momentu osiągnięcia wartości 325 V, po czym zaczyna opadać poprzez wartość 0 V aż do -325 V , w którym to punkcie znów zaczyna się wznosić. Pełny cykl zmiany napięcia wynosi tutaj 20 tysięcznych sekundy, czyli 20 milisekund.

Na podstawie długości okresu prądu przemiennego (czyli czasu wykonania pełnego cyklu) można wyznaczyć jego częstotliwość. W tym celu należy użyć poniższego wzoru:

$$\text{częstotliwość} = \frac{1}{\text{okres}}$$



Rysunek 1.7. Prąd przemienny

Jednostką częstotliwości jest herc (zapisywany w skrócie jako Hz). Można zatem powiedzieć, że prąd przemienny przedstawiony na rysunku 1.7 ma okres 20 ms, czyli 0,02 sekundy. Możemy zatem wyliczyć jego częstotliwość:

$$\text{częstotliwość} = \frac{1}{\text{okres}} = \frac{1}{0,02} = 50\text{Hz}$$

Można się zastanawiać, dlaczego mówi się, że prąd przemienny w gniazdku ma 230 V, skoro jego wartość potrafi różnić się o całe 650V od szczytu do szczytu. Wynika to z tego, że wartość 230 V jest równoważna wartości prądu stałego, który byłby w stanie dostarczyć tę samą moc, co prąd przemienny. Wartość ta nazywana jest wartością skuteczną napięcia i wyliczana jest jako wartość szczytowa podzielona przez pierwiastek kwadratowy z dwóch (czyli mniej więcej 1,41). Oznacza to, że w naszym przykładzie szczytowa wartość napięcia wynosząca 325 V podzielona przez 1,41 daje nam wartość skuteczną 230 V.

Zobacz również

Więcej informacji na temat prądu przemiennego znajdziesz w rozdziale 7.

A

Adafruit Feather, 153
adresowalne taśmy LED, 267
adresowalny wyświetlacz pikseli, 270
adresy I2C, 272
akumulatory, 126
 LiPo, 127, 130
 ładowanie, 130
 ładowanie energią słoneczną, 136
 ładowanie podtrzymujące, 127
alfanumeryczne wyświetlacze, 275
amplituda fali, 397
analogowy układ scalony, 216
Arduino, 145
 generowanie dźwięku, 332
 generowanie sygnału analogowego, 165
 język programowania, 146
 odbiornik FM, 352
 piny GPIO, 156
 podłączanie do wejść cyfrowych, 160
 podłączanie przełącznika, 197
 pomiar intensywności światła, 211
 pomiar odległości, 224
 pomiar temperatury, 211
 pomiar wilgotności, 222
 sterowanie cyfrowym wyjściem, 158
 sterowanie przekaźnikiem, 193
 środowisko IDE, 148
 wczytywanie wejść analogowych, 164
Arduino Pro Mini, 412
Arduino Uno, 146
Arduino Uno R3, 411
awaryjne zasilanie baterijne, 129, 130

B

baterie, 102, 123
 automatyczne awaryjne zasilanie, 129
 jednorazowe, 125
 połączenie szeregowe, 124
 szacowanie wytrzymałości, 123
baza, 68
BeagleBone Black, 153
bezpiecznik, 118
biblioteka
 Arduino Mozzi, 292
 LiquidCrystal, 277
 servo, 236
blokowanie przepływu prądu, 57
bramka pływająca, 183
buforowanie sygnału, 320

C

cewka Tesli, 115
cewki, 43
charakterystyka częstotliwościowa filtra
 dolnoprzepustowego, 293
cyfrowy
 przełącznik, 286
 układ scalony, 219, 279
częstotliwości radiowe, 345
częstotliwość sygnału, 287
czujnik
 DHT11, 222
 odległości, 224
 światła, 211
 temperatury, 211, 214, 216, 219
 wilgotności, 222
czujniki rezystancyjne, 206, 209

D

decybele, 308
demodulacja sygnału audio, 347
demodulator sygnału FM, 348
Digispark, 153
diody, 404

- blokowanie przepływu prądu, 57
- ograniczanie napięcia stałego, 61

diody LED, 249

- dużej mocy, 251
- identyfikowanie pinów, 264
- jednoczesne przełączanie, 255
- kolor RGB, 263
- sekwencyjne zapalenie, 295
- sterowanie, 259
- włączanie, 286
- wyłączanie, 286
- zasilanie, 251, 254

dobór

- akumulatora, 126
- przewodów, 39
- właściwego tranzystora, 76

dobroć filtra, 327
dodawanie wejść analogowych, 208
dostawcy części, 401, 402
drżanie styków przełącznika, 198
dźwięk, 331

E

edytor schematów, 398
eliminacja szumów, 81
emiter, 68
energia, 43

- słoneczna, 135

enkoder przyrostowy, 202

F

filtr

- dolnoprzepustowy, 321
- drugiego rzędu, 324
- dwubiegunowy, 321
- RC, 291
- środkowoprzepustowy, 326
- wysokoprzepustowy, 325

filtrowanie dolnoprzepustowe, 291, 292
fotodiody, 64

fotorezystor, 206
fototranzystor, 80

- wykrywanie światła, 80

G

generator

- impulsów, 302
- sygnału, 395

generowanie

- analogowego sygnału wyjściowego, 165
- dźwięku, 332
- wyjściowego sygnału analogowego, 169

głośniki, 333
GPIO, 155

I

I2C, 170
identyfikowanie pinów LED, 251
induktory, 403
interfejs

- GPIO, 155
- I2C, 270

inwerter, 107, 108
izolowanie sygnałów, 81

J

jednostki, 415
joule thief, 132

K

karta ServoSix firmy Monk Makes, 238
kolektor, 68
komparator, 229, 328
kondensatory, 43, 403

- elektrolityczne tantalowe, 48
- łączenie równoległe, 50
- łączenie szeregowe, 51
- mikowe, 48
- obliczanie ilości energii, 52
- odczytywanie zapisów, 49
- odsprzęgające, 280
- rezystancja szeregowa, 49
- szklane, 48
- temperatura pracy, 48
- zakresy napięć, 48

konfiguracje przełączników, 88
kontaktron, 89
konwersja poziomu napięcia, 173
kostka LED-owa, 368

L

LDO, Low-Dropout, 100
licznik dziesiętny, 288
logika trzystanowa, 180
lutowanie
 bezpieczne, 373
 komponentów, 372, 373

Ł

ładowanie
 akumulatorów LiPo, 130
 podtrzymujące, 127, 128

M

magistrala
 I2C, 170
 SPI, 173
metoda odpowiedzi skokowej, 209, 216
miernik natężenia dźwięku, 336
mikrofon elektretowy, 335
mikroprzełącznik, 201
mnożnik napięcia, 111
moc, 23
modulacja
 amplitudy, 345
 częstotliwości, 348
 PWM, 292, 305
 szerokości impulsów, 165, 168
moduł, 408
 CC1101, 355
 HC-SR04, 224, 226
montaż
 powierzchniowy, 373
 przewlekany, 372
MOSFET, 184
mostek prostujący, 98
multimetr cyfrowy, 385, 387
multipleksowanie sygnału, 256

N

nadajnik FM, 349
nadajnik-odbiornik częstotliwości, 354
napięcie, 18
 1 kV, 114
 110 V, 109
 220 V, 109
 450 V, 112
 AC, 386
 DC, 384
 obniżanie, 34
 przemienne, 94
 stałe, 95, 97
 regulowane, 101
 stabilizowane, 99, 104
 zwiększanie wartości, 110
narzędzie, 383, 409
 Analog Filter Wizard, 322
 Serial Monitor, 161, 188, 230, 236
natężenie
 dźwięku, 337
 prądu, 387
 światła, 64
NodeMCU, 153

O

obniżanie napięcia, 34
obwody tymczasowe, 359
ochrona przed przepięciami, 62
odbiornik
 AM, 347
 FM, 352
odfiltrowywanie
 niskich częstotliwości, 324
 wysokich częstotliwości, 291
 wysokich i niskich częstotliwości, 326
ODROID-XU4, 153
odtworzenie dźwięku, 334
ograniczanie
 napięcia stałego, 61
 prądu bazy, 70
 przepływu prądu, 53
opis pinów GPIO, 156
optoelektronika, 408

oscylator, 294, 298
 NE555, 298
 o zmiennym cyklu roboczym, 300
 sterowany napięciem, 306
 z dwoma tranzystorami, 294
oscyloskop, 394
oznaczenia rezystorów, 27

P

panele słoneczne, 136
 pomiar mocy wyjściowej, 140
 wybór, 138
 zasilanie Arduino, 142
 zasilanie Raspberry Pi, 143
parametry symulacji, 398
Particle Photon, 153
piec rozplwowy, 377
pin
 sterowniczy serwowymotoru, 236
 VDD, 222
piny
 Arduino, 411
 GPIO, 154
 sterowanie przekaźnikiem, 192
 sterowanie przekaźnikiem
 statycznym, 194
 LED, 251
 Raspberry Pi, 413
plik
 ch_12_quadrature.py, 203
 ch_12_rangefinder.py, 226
 ch_13_l293d.py, 233
 ch_13_bi_stepper.py, 241
 ch_13_servo.py, 236
 ch_13_uni_stepper.py, 245
 ch_14_charlieplexing.py, 262
 ch_14_neopixels.py, 268
 ch_14_oled.py, 274
 ch_15_decade_counter.py, 289
 ch_15_shift_reg.py, 284
płytki
 drukowana, 369
 Protoboard, 367
 typu stripboard, 368, 369
 uniwersalna, 360, 362
plywające wejście cyfrowe, 161

podłączanie
 adresowalnych taśm LED, 267
 czujnika temperatury, 219
 czujników rezystancyjnych, 209
 diod LED, 249
 liczników dziesiętnych, 288
 modułu CC1101, 355
 płytki uniwersalnej, 364
 przełącznika, 197, 199
 przełącznika dotykowego, 200
 przycisku Squid Button, 200
 serwowymotorów, 238
 termistora, 214
 układu 74HC4094, 282
 wyświetlacza HD44780, 276
pokrętko, 202
polaryzacja, 119
 zabezpieczenie, 119
pomiar
 ciągłości, 388
 decybeli, 308
 induktancji, 389
 intensywności światła, 211
 kapacytancji, 389
 napięcia AC, 386
 napięcia DC, 384
 natężenia prądu, 387
 natężenia światła, 37
 odległości, 224
 położenia obrotowego, 215
 rezystancji, 209, 389
 szybkości silnika, 229
 temperatury, 38, 211, 214, 216, 219
 wilgotności, 222
 wysokiego napięcia, 391
porównywanie napięć, 328
potencjometr, 215
 pomiar położenia obrotowego, 215
prąd, 17
 bazy, 70
 przemienny, 24, 78
 zmiana napięcia, 54
 sterujący, 71
program, *Patrz* plik
programowy nadajnik FM, 351
projekt lutowany, 366
projektowanie własnej płytki drukowanej, 369

prostowanie, 59
prostownik pełnookresowy, 96, 97
przechowywanie energii, 43, 51
przedrostki, 415
przedwzmacniacz mikrofonu elektretowego, 336
przełączniki, 90, 192

- elektromagnetyczne, 90
- statyczne, 82, 194

przełączanie, 177

- bardzo wysokich napięć, 75
- dużych prądów, 68, 72
- dwukierunkowe, 190
- po stronie niskonapięciowej, 177
- po stronie wysokonapięciowej, 179, 183
- prądu, 71
- prądu przemiennego, 78, 82, 194
- użycie Arduino, 185
- użycie MOSFET-a, 181, 183
- użycie Raspberry Pi, 189
- wysokiego napięcia przemiennego, 79

przełącznik, 178, 197

- cyfrowy, 286
- dotykowy, 199
- typu DP, 88
- typu ST, 88

przełączniki

- konfiguracje, 88
- mechaniczne, 85

przepływ prądu, 53
przerzutnik, 286
przesunięcie stałoprądowe, 396, 397
przesyłanie danych cyfrowych, 354
przetwornik analogowo-cyfrowy, 209
przewody, 39

- pomiarowe, 386
- wysokiego napięcia, 392

PWM, Pulse Width Modulation, 165

R

radiator, 380
radio cyfrowe, 349
Raspberry Pi

- generowanie sygnału analogowego, 169
- magistrala I2C, 170
- magistrala SPI, 173
- odtworzenie dźwięku, 334
- piny GPIO, 156
- podłączanie czujników rezystancyjnych, 209

podłączanie do wejść cyfrowych, 163
podłączanie przełącznika, 197
pomiar intensywności światła, 211
pomiar odległości, 224
pomiar temperatury, 211, 214
pomiar wilgotności, 222
programowy nadajnik FM, 351
sterowanie cyfrowym wyjściem, 159
sterowanie przełącznikiem, 193
uruchamianie programu, 152
wejścia analogowe, 208
Raspberry Pi Zero, 149
regulowane napięcie stałe, 101
rezystor nastawny, 30
rezystory, 27, 403

- łączenie równoległe, 33
- łączenie szeregowo, 32
- odczytywanie oznaczeń, 27
- standardowe wartości, 29
- wybór, 36

rodzaje

- diod, 59
- kondensatorów, 47
- przełączników, 86

rozłutowywanie komponentów, 378
rozładowywanie kondensatorów, 390
równoległe łączenie

- kondensatorów, 50
- rezystorów, 33

S

schemat

- blokowy wzmacniacza, 342
- cewki Tesli, 116
- enkodera przyrostowego, 202
- filtra wysokoprzepustowego, 325
- oscylatora tranzystorowego, 362
- przełącznika statycznego, 82
- przełączania silnika, 228
- sterowania przełącznikiem, 193
- taśm LED WS2812, 267

serwomotor, 235

- 9g, 235

silnik prądu stałego, 227

- pomiar szybkości, 229
- sterowanie kierunkiem, 231
- włączanie, 227
- wyłączanie, 227

silniki
 krokowe, 239, 244
 prądu stałego, 227
 sterowanie szybkością, 303
 ustawianie położenia, 235

skale logarytmiczne, 322

spadki napięcia, 296

specyfikacje tranzystorów, 77

SPI, 173

sprawdzanie ciągłości przewodu, 389

sprzęt do tworzenia prototypów, 402

stabilizacja napięcia, 102
 stałego, 104

stabilizator LM317, 103

stabilizatory liniowe, 104

stabilizowane napięcie stałe, 99

standardowe wartości rezystorów, 29

sterowanie
 cyfrowym wyjściem, 158, 159
 czterocyfrowym wyświetlaczem, 256
 diodami LED, 259
 przekaźnikiem, 192
 przekaźnikiem statycznym, 194
 silnikami, 232, 304
 szybkością silnika, 303
 wyjściami, 282

sterownik
 mostka H, 234
 typu push-pull, 155

sygnał
 analogowy, 206, 305
 PWM, 291

symulacje, 397, 399

synchronizacja fazy, 348

system CAD EAGLE, 370

szeregowe łączenie
 kondensatorów, 51
 rezystorów, 32

szkic
 ch_12_quadrature, 202
 ch_12_rangefinder, 225
 ch_13_bi_stepper, 240
 ch_13_servo, 236
 ch_13_uni_stepper, 245
 ch_14_charlieplexing, 260
 ch_14_lcd, 277
 ch_14_neopixel, 267
 ch_14_oled, 274
 ch_14_rgb_led, 265
 ch_15_decade, 288
 ch_15_shift_reg, 282
 ch_18_speaker, 332
 ch_19_cc1101_tx, 356
 ch_19_fm_radio, 353
 szum elektryczny, 279

Ś

środowisko IDE, 148

światło, 37, 63
 pomiar intensywności, 211

T

taśma do rozlutowywania, 379

taśmy LED, 267

Teensy3, 153

temperatura, 38
 pomiar, 211, 214, 219

termistor, 212, 214

transformator, 55, 94

transmisja AM, 346, 347

transoptor, 81

tranzystor, 67, 404
 2N7000, 186
 FQP30N06L, 187
 MOSFET, 175, 181, 184

tranzystory
 baza, 68
 bipolarne, 68, 184
 dobór, 76
 emiter, 68
 kolektor, 68
 polowe, 73
 specyfikacje, 77

tworzenie prototypów, 402

U

układ scalony, 67, 82, 406
 74HC4094, 282, 285
 74HC590, 287
 CC1101, 357
 CD4047, 108
 L293D, 231
 NE555, 302
 OPA365, 337
 TDA7052, 339

- TMP36, 217
- TPA3122D2, 341
- układy scalone
 - analogowe, 216
 - cyfrowe, 219, 279
 - joule thief, 132
 - pomiar temperatury, 216, 219
 - szum elektryczny, 279
- układy logiczne, 281
 - TTL, 281
- unikanie spadków napięcia, 296
- urządzenia
 - I2C, 170
 - SPI, 173
- ustawianie położenia silników, 235

VDD, Voltage Drain Drain, 222

W

- wczytywanie wejść analogowych, 164
- wejście
 - analogowe, 208
 - cyfrowe pływające, 161
- wilgotność, 222
- włączanie
 - komponentów, 154
 - magistrali I2C, 171
- wtórnik emiterowy, 296
- wybór
 - MOSFET-ów, 182
 - panelu słonecznego, 138
 - rezystora, 36
 - rezystora nastawnego, 30
 - tranzystora, 184
 - wzmacniacza operacyjnego, 312
- wyjście typu otwarty kolektor, 195
- wykrywanie światła, 64, 80
- wyliczanie
 - napięcia, 19, 22
 - oporu, 19
 - prądu, 19, 21
- wyłączanie komponentów, 154
- wysokie napięcie, 75, 112, 391, 400
 - przemienne, 107

- wyświetlacz HD44780, 277
- wyświetlacze, 256
 - alfanumeryczne, 275
 - multipleksowanie, 257
 - OLED, 273
 - siedmiosegmentowe, 270
- wyświetlanie
 - grafiki, 273
 - sygnału, 394
 - tekstu, 275
- wzmacniacz
 - mocy 1 W, 339
 - mocy 10 W, 340
 - nieodwracający, 318
 - odwracający, 316
 - operacyjny typu rail-to-rail, 335
- wzmacniacze operacyjne, 311

Z

- zabezpieczenie układu, 81
- zamiana polaryzacji, 119
- zasilacz, 93
 - impulsowy, 109
 - laboratoryjny, 383
 - napięcia stałego, 96, 99
 - niestabilizowany, 96
 - stabilizowany, 99
 - stałoprądowy, 103
- zasilanie
 - diod LED, 254
 - wzmacniacza operacyjnego, 314, 315
- zegar NE555, 301, 302, 305
- zmiana napięcia
 - niskiego w wyższe, 105
 - przemiennego na przemienne, 94
 - przemiennego w stałe, 95, 97
 - przemiennego w stałe regulowane, 101
 - przemiennego w stałe stabilizowane, 99
 - stałego na przemienne, 106
 - w prądzie przemianym, 54
- zmniejszanie
 - amplitudy wysokich częstotliwości, 321
 - częstotliwości sygnału, 287
- zwiększanie wartości napięcia, 110

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

Zbiór receptur na każdy dzień!

Aby zacząć zajmować się elektroniką, wcale nie trzeba być inżynierem. Dzięki powszechnie dostępnym i niedrogim podzespołom, wielu źródłom wiedzy i inspiracji oraz chętniej do pomocy społeczności elektronika jest ulubionym hobby rosnącej rzeszy osób. Wiele z nich staje się profesjonalistami, tworzącymi pomysły i przydatne konstrukcje. Naturalnie nie oznacza to, że dziedzina ta jest jedynie prostą zabawą: elektronik powinien mieć pewną wiedzę teoretyczną i umieć rozwiązywać określone, specyficzne dla elektroniki problemy.

Niniejsza publikacja jest solidnym punktem wyjścia dla elektroników amatorów i osób pragnących zająć się tą dziedziną profesjonalnie. Szczególnie ważnym elementem książki jest omówienie podstaw elektroniki oraz zagadnień stosowania mikrokontrolerów, tworzenia zasilaczy różnego rodzaju, używania odpowiednich tranzystorów do różnych celów, stosowania analogowych i cyfrowych układów scalonych, a także budowania projektów i prototypów oraz posługiwania się sprzętem badawczym. Książkę zorganizowano w ten sposób, aby ułatwić szybkie odnalezienie potrzebnego zagadnienia i skorzystanie z odpowiedniego przepisu.

W tej książce znajdziesz takie tematy jak:

- zagadnienia teoretyczne i komponenty elektroniczne
- zasilanie: baterie, akumulatory i panele słoneczne
- sterowanie za pomocą Arduino i Raspberry Pi
- rozwiązania analogowe
- częstotliwości radiowe i przekazywanie pakietów danych
- korzystanie z narzędzi i urządzeń warsztatowych

Simon Monk – jest doktorem inżynierii oprogramowania, autorem książek i konstruktorem. Kilka lat był pracownikiem akademickim, później zajął się rozwijaniem firmy programistycznej Momote Ltd. Elektronika pasjonuje się od wczesnej młodości. Jest autorem wielu cenionych publikacji dla miłośników elektroniki. Zachęcony popularnością swoich książek w 2015 roku wraz z żoną Lindą założył spółkę Monk Makes Ltd., w której zajmuje się projektowaniem nowych produktów i... parzeniem świetnej herbaty dla gości.

Helion 

 hellon.pl

 **0 801 339900**

 **0 601 339900**

INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU

Sprawdź nasze szkolenia!

SZKOLENIA



AKADEMIA IT & BUSINESS

WWW.SZKOLENIA.HELION.PL

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej! ▶



ISBN 978-83-283-3701-5



9 788328 337015

Cena: 77,00 zł