

Zrób to sam



Generowanie ruchu, światła i dźwięku
za pomocą Arduino i Raspberry Pi

Simon Monk

Helion 

Tytuł oryginału: Make: Action: Movement, Light, and Sound with Arduino and Raspberry Pi

Tłumaczenie: Konrad Matuk

ISBN: 978-83-283-3897-5

© 2018 Helion S.A.

Authorized Polish translation of the English edition of Make: Action ISBN 9781457187797 © 2016 Simon Monk, published by Maker Media Inc.

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

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
<ftp://ftp.helion.pl/przyklady/zrtosa.zip>

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
<http://helion.pl/user/opinie/zrtosa>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

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

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

Spis treści

1. Wstęp	13
Arduino i Pi	13
Raspberry Pi	13
Arduino	15
Co wybrać: Arduino czy Raspberry Pi?	16
Alternatywy	17
Podsumowanie	18
2. Arduino	19
Czym jest Arduino?	19
Instalacja zintegrowanego środowiska programistycznego Arduino	20
Wgrywanie szkicu	22
Instalowanie szkiców opisanych w tej książce	23
Podstawy programowania Arduino	24
Struktura szkicu Arduino	24
Zmienne i stałe	24
Wyjścia cyfrowe	25
Wejścia cyfrowe	26
Wejścia analogowe	27
Wyjścia analogowe	28
Instrukcje if i else	28
Pętle	30
Funkcje	30
Podsumowanie	32

3. Raspberry Pi	33
Czym jest Raspberry Pi?	33
Przygotowanie Raspberry Pi do pracy	34
Przygotowanie karty microSD z pakietem NOOBS	36
Konfiguracja protokołu SSH	36
SSH w systemie Windows	38
SSH w systemach macOS i Linux	39
Wiersz poleceń systemu Linux	40
Kod zaprezentowany w tej książce	41
Programowanie w Pythonie	41
Witaj, świecie	42
Tabulatory i wcięcia	42
Zmienne	43
If, while i inne instrukcje warunkowe	43
Biblioteka RPi.GPIO	44
Złącze GPIO	44
Wyjścia cyfrowe	44
Wejścia cyfrowe	45
Wyjścia analogowe	45
Podsumowanie	45
4. Czas rozpocząć zabawę!	47
Płytki stykowe	47
Działanie prototypowej płytki stykowej	48
Łączenie płytki prototypowej z Arduino	49
Łączenie płytki prototypowej z Raspberry Pi	49
Pobieranie programów	50
Eksperyment: sterowanie diodą LED	50
Lista elementów	50
Schemat obwodu	51
Podłączanie obwodu do Arduino	52
Kod Arduino	53
Eksperymentowanie z Arduino	53
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	54
Program Raspberry Pi	55
Eksperymenty z Raspberry Pi	56
Porównanie kodu obu platform	56
Eksperyment: sterowanie pracą silnika	56
Lista elementów	57
Schemat obwodu	58
Eksperymentowanie bez płytek Arduino i Raspberry Pi	58

Podłączanie obwodu do płytki Arduino	59
Eksperymentowanie z Arduino	59
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	60
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	61
Podsumowanie	61
5. Podstawy elektroniki	63
Prąd, napięcie i rezystancja	63
Natężenie prądu	64
Napięcie	64
Masa	64
Rezystancja	65
Moc	66
Najczęściej spotykane komponenty elektroniczne	66
Rezystory	66
Tranzystory	67
Diody	72
Diody LED	73
Kondensatory	74
Układy scalone	74
Złącza płytek Arduino i Raspberry Pi	74
Wyjścia cyfrowe	75
Wejścia cyfrowe	75
Wejścia analogowe	75
Wyjścia analogowe	75
Szeregowa transmisja danych	76
Podsumowanie	76
6. Diody LED	77
Standardowe diody LED	78
Ograniczanie natężenia prądu	78
Projekt: sygnalizator	80
Lista elementów	81
Założenia projektowe	81
Podłączanie obwodu do Arduino	81
Kod Arduino	82
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	83
Kod Raspberry Pi	83
Diody LED i technologia PWM	84
Diody LED RGB	85

Eksperyment: mieszanie kolorów	87
Obwód	87
Lista elementów	87
Podłączanie obwodu do Arduino	88
Kod Arduino	89
Eksperymentowanie z Arduino	90
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	90
Kod Raspberry Pi	90
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	92
Podsumowanie	93
7. Silniki, pompy i siłowniki	95
Sterowanie prędkością obrotową (PWM)	96
Eksperyment: sterowanie prędkością obrotową silnika prądu stałego	97
Obwód	97
Podłączanie obwodu do Arduino	97
Kod Arduino	97
Eksperymentowanie z Arduino	99
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	100
Kod Raspberry Pi	101
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	102
Sterowanie silnikami prądu stałego za pomocą przekaźników	102
Sterowanie pracą przekaźnika za pomocą płytek Arduino i Raspberry Pi	103
Moduły przekaźników	104
Eksperyment: sterowanie pracą silnika elektrycznego za pośrednictwem modułu przekaźników	105
Lista elementów	105
Łączenie obwodu	106
Kod Arduino	107
Kod Raspberry Pi	107
Wybieranie właściwego silnika	108
Moment obrotowy	108
Prędkość obrotowa	109
Przekładnie	109
Silniki przekładniowe	109
Pompy	110
Pompy przewodowe	110
Pompa wirowa	111
Projekt: podlewanie roślin przy użyciu Arduino	112
Założenia projektowe	113
Lista elementów	114
Budowa projektu	114

Kod Arduino	116
Korzystanie z projektu	117
Siłowniki liniowe	118
Solenoidy	119
Podsumowanie	120
8. Sterowanie pracą silnika: poziom zaawansowany	121
Mostki H	122
Mostek H w formie układów scalonych	123
Eksperyment: sterowanie kierunkiem i prędkością obrotów silnika	125
Lista elementów	126
Założenia projektowe	127
Schemat płytki prototypowej	128
Eksperymentowanie	129
Podłączanie obwodu do Arduino	131
Kod Arduino	131
Eksperymentowanie z Arduino	134
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	134
Kod Raspberry Pi	135
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	136
Inne układy scalone mostków H	137
L298N	137
TB6612FNG	141
Modułowe mostki H	141
Projekt: zginiatarka do puszek sterowana za pomocą Arduino	142
Lista elementów	143
Łączenie obwodu	143
Konstrukcja mechaniczna	144
Kod Arduino	145
Podsumowanie	146
9. Serwomechanizmy	147
Serwomechanizmy	147
Sterowanie pracą serwomechanizmu	148
Eksperyment: sterowanie położeniem serwomechanizmu	149
Sprzęt	149
Lista elementów	150
Podłączanie obwodu do Arduino	151
Kod Arduino	151
Eksperymentowanie z Arduino	153
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	153

Kod Raspberry Pi	154
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	156
Projekt: tańcząca marionetka Pepe i Raspberry Pi	156
Lista elementów	156
Założenia projektowe	157
Konstrukcja	158
Kod	163
Korzystanie z tańczącej marionetki	165
Podsumowanie	165

10. Silniki krokowe 167

Silniki krokowe	168
Bipolarne silniki krokowe	168
Eksperyment: sterowanie pracą bipolarnego silnika krokowego	170
Lista elementów	171
Założenia projektowe	172
Arduino	173
Podłączanie obwodu do Arduino	173
Kod Arduino (wersja trudniejsza)	174
Kod Arduino (wersja łatwiejsza)	176
Eksperymentowanie z Arduino	178
Raspberry Pi	178
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	179
Kod Raspberry Pi	179
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	181
Unipolarne silniki krokowe	181
Układ tranzystorów Darlingtona	182
Eksperyment: sterowanie pracą unipolarnego silnika krokowego	183
Obwód	184
Lista elementów	184
Podłączanie obwodu do Arduino	185
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	186
Kod	186
Sterowanie falowe	186
Eksperyment: sterowanie falowe i Raspberry Pi	187
Lista elementów	187
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	188
Kod	188
Eksperymentowanie	190
Bezszczotkowe silniki prądu stałego	190
Podsumowanie	191

11. Ogrzewanie i chłodzenie	193
Rezystywne komponenty grzejne	193
Eksperyment: rozgrzewanie rezystora	193
Lista elementów	194
Budowa projektu	194
Przeprowadzanie eksperymentu	194
Projekt: losowy detonator balonów oparty na Arduino	195
Lista elementów	196
Obwód	196
Kod	197
Korzystanie z detonatora balonów	198
Komponenty grzewcze	198
Moc i energia	199
Moc a wzrost temperatury	199
Gotowanie wody	200
Ogniwa Peltiera	200
Działanie ogniwa Peltiera	200
Stosowanie ogniwa Peltiera w praktyce	202
Projekt: chłodziarka do napojów	203
Lista elementów	203
Budowa projektu	204
Korzystanie z projektu	205
Podsumowanie	206
12. Pętle sterujące	207
Prosty termostat	207
Eksperyment: prosty termostat	208
Lista elementów	208
Założenia projektowe	209
Schemat wykonawczy	211
Kod	212
Eksperymentowanie	214
Histereza	216
Regulator PID	216
Proporcjonalność (człon P)	217
Całkowanie (człon I)	218
Różniczkowanie (człon D)	219
Dostrajanie regulatora PID	219
Eksperyment: termostat PID	220
Obwód	220
Kod Arduino	220

Eksperymentowanie z Arduino	223
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	227
Kod Raspberry Pi	227
Eksperymentowanie z Raspberry Pi	231
Projekt: termostaty czna chłodziarka do napojów	232
Obwód	232
Lista elementów	233
Założenia projektowe	234
Budowa projektu	235
Kod Arduino	237
Podsumowanie	240
13. Sterowanie prądem przemiennym	241
Sterowanie pracą urządzeń zasilanych prądem przemiennym: teoria	242
Czym jest prąd przemienny?	242
Przekaźniki	243
Optoizolator	243
Przełączanie mocy przy przejściu przez zero i triaki	244
Sterowanie pracą urządzeń zasilanych prądem przemiennym: praktyka	245
Moduły przekaźników	245
Przekaźniki statyczne	247
Moduł PowerSwitch Tail	248
Projekt: przełącznik czasowy sterowany za pomocą Raspberry Pi	249
Lista elementów	249
Budowa projektu	249
Kod	250
Korzystanie z projektu	251
Podsumowanie	251
14. Wyświetlacze	253
Paski diodowe	253
Eksperyment: sterowanie paskiem diod LED RGB	254
Lista elementów	254
Podłączanie obwodu do Arduino	255
Kod Arduino	256
Podłączanie obwodu do Raspberry Pi	257
Kod Raspberry Pi	259
Wyświetlacze OLED korzystające z magistrali I2C	260
Eksperyment: podłączanie modułu wyświetlacza	
korzystającego z magistrali I2C do płytki Raspberry Pi	261
Lista elementów	261
Połączenia	262

Kod Raspberry Pi	262
Eksperymentowanie	264
Projekt: dodawanie wyświetlacza do chłodziarki napojów	264
Lista elementów	264
Połączenia	265
Kod Arduino	265
Podsumowanie	267
15. Dźwięk	269
Eksperyment: dźwięk i głośnik bez wzmacniacza	269
Lista elementów	270
Schemat płytki prototypowej	270
Kod Arduino	271
Eksperymentowanie z Arduino	272
Wzmacniacze	273
Eksperyment: odtwarzanie plików dźwiękowych za pomocą Arduino	273
Lista elementów	273
Tworzenie pliku dźwiękowego	274
Kod Arduino	275
Eksperymentowanie z Arduino	276
Podłączanie Arduino do wzmacniacza	276
Odtwarzanie plików dźwiękowych za pomocą Raspberry Pi	278
Projekt: Pepe zyskuje głos	279
Lista elementów	280
Schemat wykonawczy	280
Kod Raspberry Pi	281
Korzystanie z gadającej maskotki	283
Podsumowanie	283
16. Internet rzeczy	285
Raspberry Pi i framework Bottle	285
Projekt: Raspberry Pi i przełącznik sieciowy	287
Obwód	287
Kod Raspberry Pi	287
Korzystanie z przełącznika sieciowego	289
Arduino i obsługa sieci	289
Projekt: marionetka i Twitter	290
Podłączanie Pepe do internetu	291
Usługa IFTTT (If This Then That)	294
Korzystanie z projektu	296
Podsumowanie	297

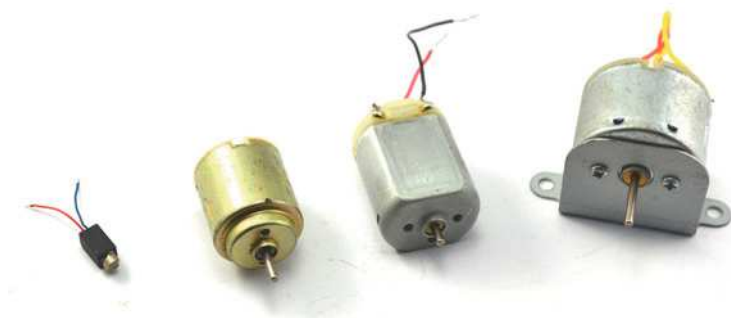
A Komponenty	299
Dostawcy	299
Rezystory i kondensatory	300
Półprzewodniki	301
Pozostałe komponenty	302
Inne rzeczy przydatne podczas pracy nad projektami	303
Konfiguracje złączy czipów	303
B Port GPIO płytki Raspberry Pi	305
Uwagi	306
Skorowidz	307

Silniki, pompy i siłowniki

7

W [rozdziale 4](#), rozpoczęliśmy eksperymentowanie z silnikami prądu stałego. Wiele zagadnień związanych ze sterowaniem tego typu silnikami przydaje się podczas sterowania pracą innych urządzeń za pomocą płytek Arduino i Raspberry Pi.

Na rysunku 7.1 przedstawiono kilka silników prądu stałego. Jak widzisz, komponenty te mogą mieć różne kształty i rozmiary.



Rysunek 7.1. Silniki prądu stałego

Silniki stanowią siłę napędową wielu innych przydatnych urządzeń wyjściowych takich jak pompy i siłowniki liniowe. W tym rozdziale znajdziesz informacje również o tych komponentach.

Podczas lektury podrozdziału „[Eksperyment: sterowanie pracą silnika](#)” znajdującego się w [rozdziale 4](#), dowiedziawsz się, że silniki prądu stałego muszą być zasilane prądem większym od dostarczanego przez piny płytek Raspberry Pi i Arduino, dlatego w celu ich włączania i wyłączania należy korzystać z tranzystorów.

W tym rozdziale dowiesz się, jak można sterować prędkością obrotową silników prądu stałego.

Działanie silników prądu stałego

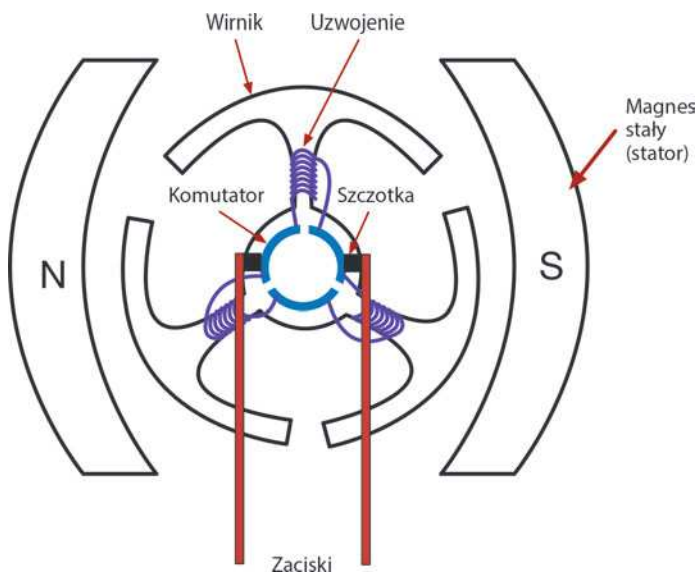
Silniki prądu stałego składają się z trzech głównych elementów konstrukcyjnych (rysunek 7.2): magnesów stacyjnych (statorów) znajdujących się na zewnątrz silnika, a także wirników (ruchomych elementów silnika) i komutatorów.

Wokół wirnika nawinięte są zwoje drutu. Na rysunku 7.2 widać trzy uzwojenia nawinięte na poszczególne gałęzie wirnika. Uzwojenia te są podłączone do komutatora, który zasila cewki prądem o odpowiedniej polaryzacji we właściwym czasie. Silnik obraca się dzięki temu, że cewki odpychają się we właściwym momencie od magnesów stałych tworzących stator.

Komutator składa się z pierścienia podzielonego na segmenty (na rysunku 7.2 widać trzy segmenty) i ze szczotek stykających się z kolejnymi segmentami podczas obracania się wirnika silnika.

Większość małych silników prądu stałego (przykładowe urządzenia pokazano na rysunku 7.1) składa się z trzech uzwojeń.

Przydatną cechą silnika prądu stałego jest to, że po zmianie polaryzacji dostarczanego do niego prądu silnik obraca się w przeciwnym kierunku.



Rysunek 7.2. Elementy konstrukcyjne silnika prądu stałego

Sterowanie prędkością obrotową (PWM)

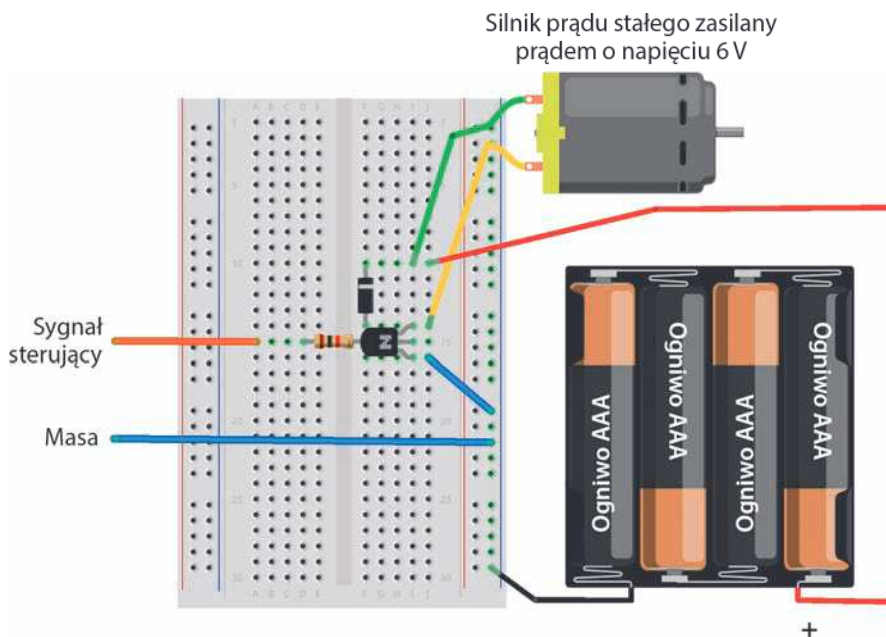
W rozdziale 6., w podrozdziale „Eksperyment: mieszanie kolorów”, korzystałeś z modulacji czasu trwania impulsu (patrz ramka „Modulacja czasu trwania impulsu” w rozdziale 6), aby regulować jasność diody LED. Technologia ta może być użyta również do sterowania prędkością obrotową silnika.

Eksperyment: sterowanie prędkością obrotową silnika prądu stałego

W tym eksperymencie będziemy korzystać z tego samego obwodu, którego używaliśmy w podrozdziale „Eksperyment: sterowanie pracą silnika” w rozdziale 4., ale zamiast tylko włączać i wyłączać silnik będziemy sterować jego prędkością obrotową.

Obwód

Jeżeli jeszcze tego nie zrobiłeś, wykonaj obwód opisany w rozdziale 4., w podrozdziale „Eksperyment: sterowanie pracą silnika”. Dla przypomnienia przedstawiam schemat tego obwodu na rysunku 7.3.



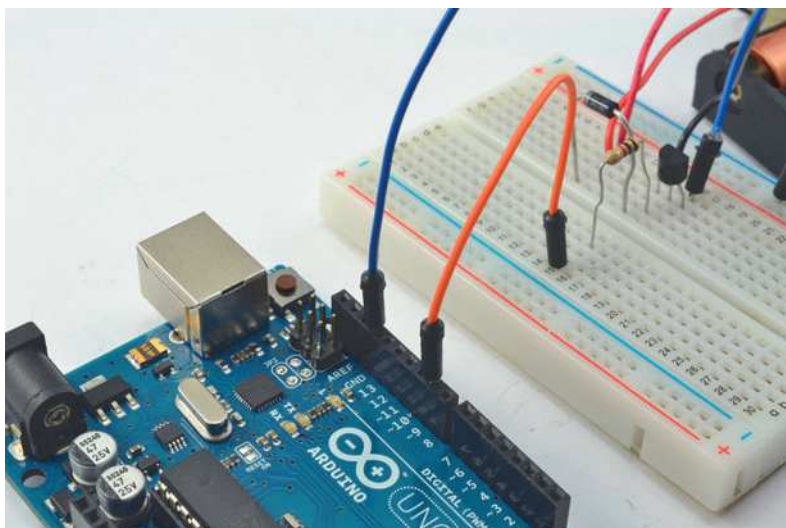
Rysunek 7.3. Schemat wykonawczy obwodu sterującego pracą silnika

Podłączanie obwodu do Arduino

Podłącz Arduino do płytki obwodu zgodnie z rysunkiem 7.4. Połącz masę płytki prototypowej z pinem **GND** płytki Arduino, a przewód sygnału sterującego podłącz do pinu oznaczonego etykietą **D9**.

Kod Arduino

Szkic Arduino sterujący pracą tego obwodu jest w folderze `arduino\eksperymenty\pwm_silnik` (w miejscu, w którym rozpakowałeś archiwum z kodem). Więcej informacji na ten temat znajdziesz w rozdziale 2., w podrozdziale „Instalowanie szkiców opisanych w tej książce”.



Rysunek 7.4. Obwód podłączony do płytki Arduino

Szkic pozwala na definiowanie cyklu roboczego za pomocą monitora portu szeregowego. Czas przeanalizować ten kod:

```
const int controlPin = 9;

void setup() {                               // ❶
    pinMode(controlPin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Zdefiniuj cykl roboczy (0-100)");
}

void loop() {                                // ❷
    if (Serial.available()) {                 // ❸
        int duty = Serial.parseInt();
        if (duty < 0 || duty > 100) {         // ❹
            Serial.println("Od 0 do 100");
        }
        else {
            int pwm = duty * 255 / 100;
            analogWrite(controlPin, pwm);
            Serial.print("Aktualny cykl roboczy ");
            Serial.println(duty);
        }
    }
}
```

- ❶ Funkcja `setup` definiuje pin sterujący (`controlPin`) oraz tryb jego pracy (wyjście), a także uruchamia szeregową transmisję danych za pomocą polecenia `Serial.begin`. Transmisja danych pozwoli na definiowanie cyklu roboczego za pomocą komputera podłączonego do płytki Arduino.

- ❷ Funkcja `loop()` przy użyciu instrukcji `Serial.available` sprawdza, czy do Arduino dotarły za pośrednictwem interfejsu USB dane czekające na przetworzenie.
- ❸ Jeżeli przesłane dane mają formę liczby, to liczba ta jest odczytywana z łańcucha znaków i przekształcana na wartość całkowitą liczbową (`int`) za pomocą funkcji `parseInt`.
- ❹ Program sprawdza, czy wartość mieści się w zakresie od 0 do 100. Jeżeli się nie mieści, użytkownik zobaczy komunikat przypominający o tym zakresie w oknie monitora portu szeregowego.

Tekst i liczby

Bardzo często w projektach opisanych w tej książce będziesz wczytywać liczby wprowadzone na monitorze szeregowym do szkieletów Arduino za pomocą powyższej techniki. W związku z tym warto, abyś wiedział, jak działa funkcja `parseInt` i jak przebiega przesyłanie wiadomości do płytki Arduino za pomocą interfejsu USB.

W sekcji „Szeregowa transmisja danych” w rozdziale 5. pisałem o tym, że komunikację z płytką Arduino (a także z płytką Raspberry Pi) można nawiązać za pomocą interfejsu szeregowego. Interfejs szeregowy płytki Arduino Uno jest połączony z pinami cyfrowymi oznaczonymi etykietami **D0** i **D1**. Pinów tych nie należy używać w charakterze standardowych złączy wejścia-wyjścia, ponieważ są połączone z szeregowym interfejsem używanym przez płytkę Arduino do komunikacji z komputerem za pośrednictwem kontrolera USB, który pośredniczy w wymianie danych pomiędzy interfejsem USB a bezpośrednim interfejsem szeregowym obsługiwany przez układ Arduino.

Po wpisaniu wiadomości w oknie monitora szeregowego i wysłaniu jej do Arduino wpisany przez

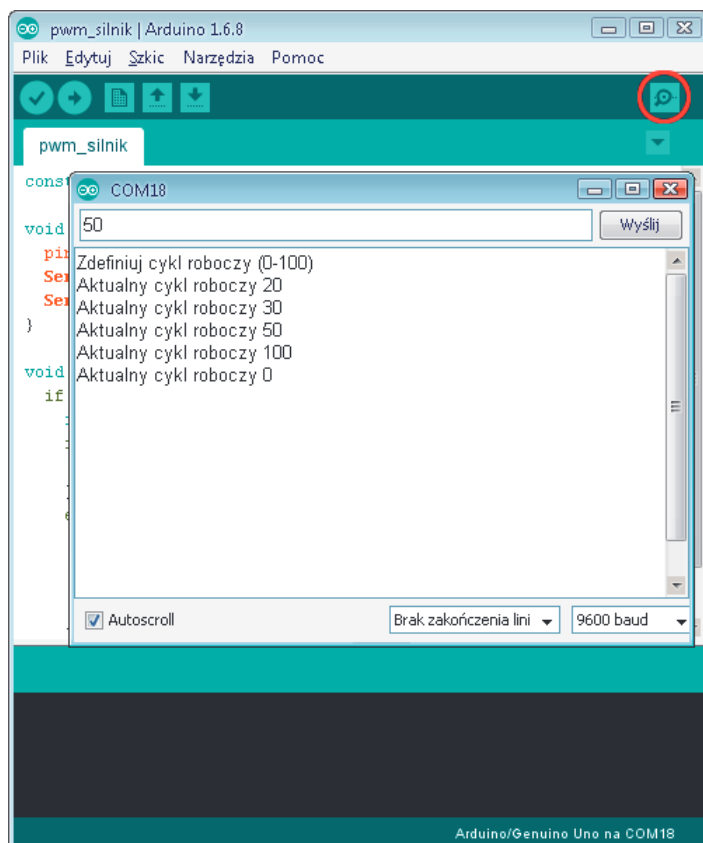
Ciebie tekst jest zamieniany na ciąg bitów (wysokich i niskich impulsów), które odebrane przez Arduino są łączone w ciągi ośmiu impulsów, czyli bajtów. Każdy z tych bajtów jest kodem numerycznym liter alfabetu łacińskiego. Wszystkim cyfrom i literom przypisany jest unikalny kod zdefiniowany przez standard ASCII (ang. *American Standard Code for Information Interchange*).

Szkielet Arduino, odebrawszy dane przesłane za pomocą interfejsu szeregowego, może odczytywać je po jednym bajcie (literze) lub skorzystać z funkcji `parseInt`, która odczytuje znaki w formie cyfr, a następnie tworzy z nich liczbę. Na przykład liczba 154 zostanie przesłana jako trzy kolejne znaki: 1, 5 i 4. Funkcja `parseInt` przerywa wczytywanie znaków, gdy trafi na znak końca wiersza, spację lub znak, który nie jest cyfrą, i po odczytaniu trzech powyższych znaków zwraca wartość 154 jako dane typu `int`. Funkcja `parseInt` przerywa wczytywanie znaków również wtedy, gdy po odczytaniu ostatniej liczby nastąpi krótka przerwa w transmisji danych.

Jeżeli wprowadzona liczba znajduje się w zakresie od 0 do 100, jest konwertowana na wartość z zakresu od 0 do 255, a następnie kierowana do funkcji `analogWrite()`, która konfiguruje sygnał PWM. Rozwiązanie to zastosowano, ponieważ funkcja `analogWrite()` przyjmuje wartości definiujące cykl roboczy w zakresie od 0 do 255, gdzie wartość 0 to 0% a wartość 255 to 100 % cyklu roboczego.

Eksperymentowanie z Arduino

Podłącz Arduino do komputera, uruchom środowisko programistyczne tej płytki i kliknij ikonę z lupą (**Monitor szeregowy**) znajdującą się w prawym górnym rogu okna (ikonę tę wyróżniono na rysunku 7.5).



Rysunek 7.5. Sterowanie prędkością obrotową silnika za pomocą okna monitora szeregowego

Zostaniesz poproszony o zdefiniowanie cyklu roboczego, czyli podanie wartości z zakresu od 0 do 100. Poeksperymentuj, wprowadzając różne wartości, i zobacz, jak wpływają na prędkość obrotową silnika.

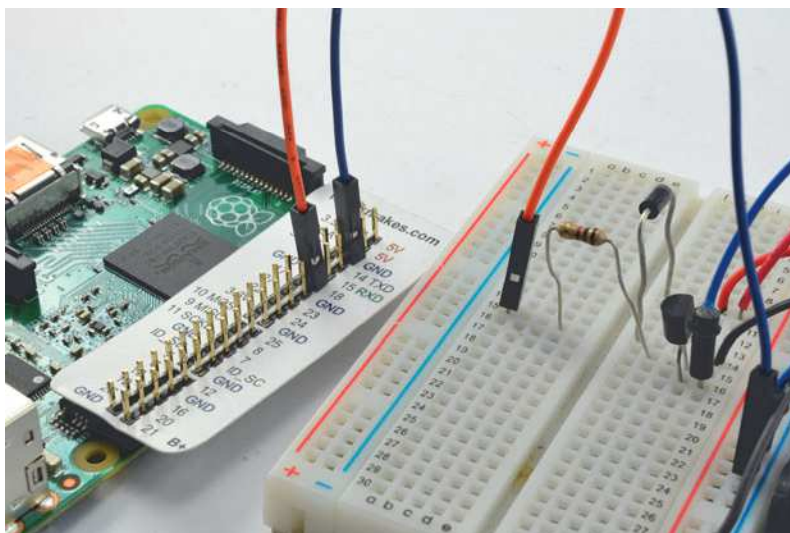
Wprowadzanie niskich wartości takich jak 10 czy 20 może sprawić, że wirnik silnika przestanie się obracać, a silnik zacznie wydawać charakterystyczny terkot świadczący o tym, że dopływa do niego zbyt mało mocy, aby pokonać wewnętrzne siły tarcia i wprawić go w ruch.

Jeżeli planujesz zastosowanie silnika do czegoś praktycznego, zaprezentowany szkic pozwoli Ci określić minimalną wartość cyklu roboczego pracy silnika.

W celu przerwania pracy silnika zdefiniuj zerową wartość cyklu roboczego.

Podłączanie obwodu do Raspberry Pi

Podłącz płytkę obwodu do Raspberry Pi zgodnie z rysunkiem 7.6. Skorzystaj z przewodów połączeniowych, które z jednej strony są zakończone wtykami męskimi, a z drugiej żeńskimi, i połącz masę płytki z jednym z pinów oznaczonych etykietą **GND**, a przewód sygnału sterującego podłącz do pinu nr 18.



Rysunek 7.6. Obwód podłączony do płytki Raspberry Pi

Kod Raspberry Pi

Konstrukcja kodu wykonywanego przez płytkę Raspberry Pi przypomina konstrukcję szkicu Arduino. W przypadku płytki Raspberry Pi program poprosi Cię o podanie wartości cyklu roboczego, zgodnie z którą będzie sterował pinem nr 18.

Program napisany w Pythonie sterujący pracą tego obwodu jest w pliku `pwm_silnik.py` umieszczonym w folderze `python\eksperymenty`. Informacje dotyczące instalowania programów w Pythonie wykorzystywanych w projektach opisanych w tej książce znajdziesz w rozdziale 3., w podrozdziale „Kod zaprezentowany w tej książce”. Czas przeanalizować kod:

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

control_pin = 18      # ❶

GPIO.setup(control_pin, GPIO.OUT)
motor_pwm = GPIO.PWM(control_pin, 500) # ❷
motor_pwm.start(0)    # ❸

try:
    while True:
        duty = input('Zdefiniuj cykl roboczy (0-100): ') # ❹
        if duty < 0 or duty > 100:
            print('Od 0 do 100')
        else:
            motor_pwm.ChangeDutyCycle(duty)
```

```
finally:
    print("Czyszczenie")
    GPIO.cleanup()
```

- ❶ Pierwsza część kodu jest taka sama jak początek programu opisanego w podrozdziale „[Eksperyment: sterowanie pracą silnika](#)” (rozdział 4.).
- ❷ W tej linii pin jest przełączany w tryb pracy wyjścia PWM. Biblioteka `RPi.GPIO` pozwala na użycie każdego z pinów gniazda GPIO jako wyjścia PWM. Parametr 500 określa częstotliwość pracy układu PWM równą 500 Hz (impulsów na sekundę).
- ❸ Sygnał PWM nie jest generowany aż do momentu wywołania polecenia start. Parametr tego polecenia określa początkową wartość cyklu roboczego. Przypisaliśmy mu wartość równą 0, ponieważ chcemy, aby nasz silnik na początku był wyłączony.
- ❹ W głównej pętli program prosi użytkownika o zdefiniowanie wartości cyklu roboczego (`duty`) za pomocą polecenia `input`, a następnie sprawdza, czy wprowadzona wartość mieści się w zakresie od 0 do 100. Jeżeli warunek ten jest spełniony, wartość jest przekazywana do funkcji `ChangeDutyCycle`.

Eksperymentowanie z Raspberry Pi

Uruchom program z uprawnieniami administratora i skorzystaj z polecenia `sudo`, żeby poeksperymentować z różnymi wartościami cyklu roboczego. Program powinien zmieniać prędkość obrotową silnika, tak jak to miało miejsce w przypadku szkicu Arduino:

```
pi@raspberrypi ~/ python/eksperymenty $ sudo python pwm_silnik.py
Zdefiniuj cykl roboczy (0-100): 50
Zdefiniuj cykl roboczy (0-100): 10
Zdefiniuj cykl roboczy (0-100): 100
Zdefiniuj cykl roboczy (0-100): 0
Zdefiniuj cykl roboczy (0-100):
```

Sterowanie silnikami prądu stałego za pomocą przekaźników

Jeżeli płyta Arduino lub Raspberry Pi ma tylko okazjonalnie włączać i wyłączać silnik, możesz skorzystać z przekaźnika. Co prawda rozwiązanie to uważane jest za staromodne, ale ma wiele zalet:

-  Jest proste i wymaga tylko kilku komponentów.
-  Pozwala na solidne odizolowanie silników generujących zakłócenia od delikatnej elektroniki sterującej płytą Arduino i Raspberry Pi.
-  Daje możliwość sterowania przepływem prądu o wysokim natężeniu (w przypadku zastosowania odpowiedniego przekaźnika).
-  Umożliwia korzystanie z gotowych modułów przekaźników przygotowanych z myślą o pracy z Raspberry Pi lub Arduino.

Oto wybrane wady zastosowania przekaźnika lub modułu z przekaźnikami:

-  Przekaźniki są dość duże.
-  Rozwiązanie to pozwala tylko na włączanie i wyłączanie silnika, a nie na sterowanie jego prędkością obrotową.

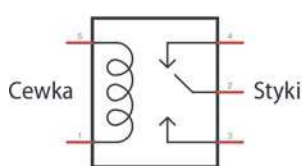
 Przełączniki są urządzeniami elektromechanicznymi zaprojektowanymi zwykle z myślą o przepracowaniu 10 000 000 operacji przełączania. Później mogą ulec uszkodzeniu.

Przełącznik elektromechaniczny

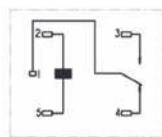
Na rysunku 7.7 przedstawiono najpopularniejszy typ przełącznika — tak zwaną kostkę (kształt tego przełącznika jest zbliżony do kostki cukru, ale zwykle ma czarny kolor).

Ogólna zasada działania przełącznika elektromagnetycznego polega na tym, że gdy przez cewkę

plynie prąd (o natężeniu około 50 mA), cewka ta działa jak elektromagnes i zwiiera dwa metalowe styki działające jak włącznik. Przez te styki może płynąć prąd o znacznie większym napięciu i natężeniu (nawet dziesiątek amperów).



Schemat
przełącznika



Obudowa
przełącznika



Przełącznik typu kostka

Rysunek 7.7. Przełączniki

W tym rozdziale skorzystamy z przełącznika w celu włączania i wyłączania silnika, ale tak naprawdę przełącznik może być użyty do sterowania pracą dowolnego urządzenia elektrycznego.

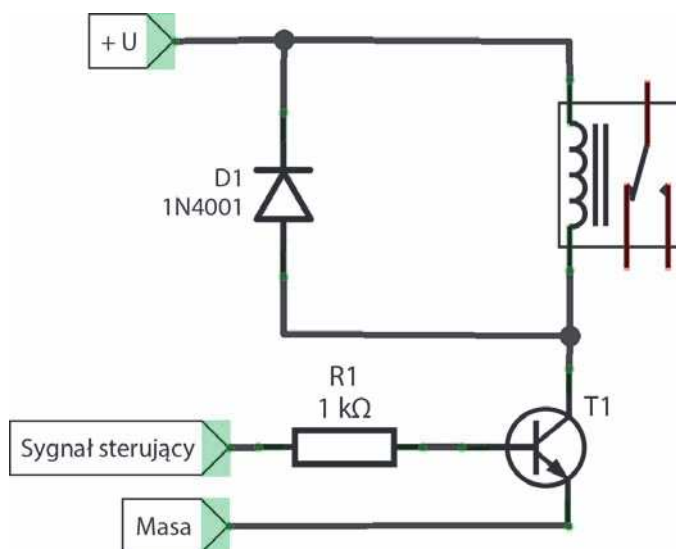
Przełączniki tego typu określa się mianem przełączników przełączających jeden biegun (SPCO). Są wyposażone w trzy, a nie w dwa zaciski: zacisk wspólny (zwykle oznaczony etykietą **COM**), zacisk normalnie otwarty (**NO**) i zacisk normalnie zamknięty (**NC**). Termin „normalnie” oznacza „bez dopływu prądu do cewki przełącznika”, a więc styki **NO** i **COM** będą otwarte (rozwarne) aż do podłączenia cewki przełącznika do prądu. Zacisk **NC** działa odwrotnie, co oznacza, że zaciski **NC** i **COM** będą normalnie połączone, ale po podłączeniu cewki przełącznika do prądu zostaną rozwarne.

Ogólnie rzecz biorąc, w celu włączania i wyłączania urządzeń korzysta się tylko z zacisków **NO** i **COM**.

Sterowanie pracą przełącznika za pomocą płytek Arduino i Raspberry Pi

Z płytkami Arduino i Raspberry Pi mogą współpracować przełączniki, których cewki są przeznaczone do używania pod napięciem 5 V. Aby można było podłączyć cewki przełączników pobierających zbyt dużo prądu (około 50 mA) bezpośrednio do pinów płytki Arduino lub Raspberry Pi, a więc w celu sterowania pracą przełącznika, należy skorzystać z tranzystora.

Na rysunku 7.8 przedstawiono schemat ideowy obwodu sterującego pracą przełącznika.



Rysunek 7.8. Sterowanie pracą przełącznika za pośrednictwem małego tranzystora

Cewka przełącznika przystosowana do pracy pod napięciem 5 V pobiera prąd o natężeniu 50 mA. To nieco przerasta możliwości pinów GPIO płytek Arduino i Raspberry Pi. W związku z tym, podobnie jak w podrozdziale „Eksperyment: sterowanie pracą silnika” (rozdział 4.), skorzystasz z pośrednictwa małego tranzystora (tym razem odbiornikiem podłączonym do tranzystora będzie przełącznik, a nie silnik).

Takie rozwiązanie ma sens tylko wtedy, gdy silnik (lub inny odbiornik, którego pracą chcesz sterować) charakteryzuje się poborem tak dużego prądu, że nie można sterować nim bezpośrednio za pomocą tranzystora.

Cewka przełącznika podczas włączania i wyłączania może generować impulsy napięcia, podobnie jak ma to miejsce w przypadku silnika, a więc na schemacie obwodu ponownie znalazła się dioda.

Ze schematu przedstawionego na rysunku 7.8 wynika, że obwód, którego pracą steruje przełącznik, jest całkowicie odizolowany galwanicznie od cewki. W związku z tym odbiornik podłączony do przełącznika będzie w mniejszym stopniu zakłócał pracę płytki Arduino i Raspberry Pi.

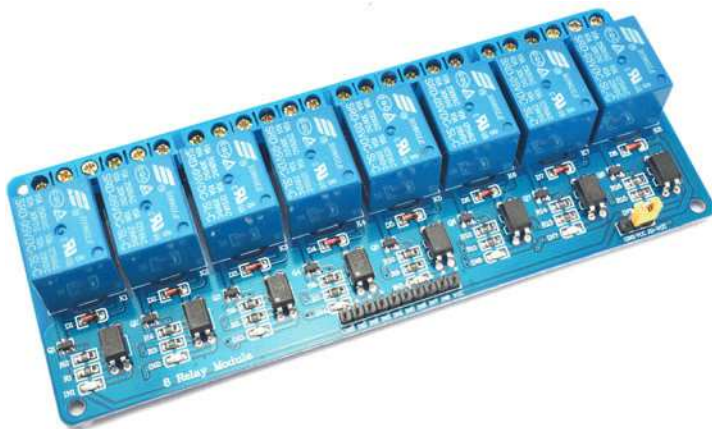
Cewka przełącznika pobiera prąd o natężeniu zaledwie 50 mA, a więc możemy ją z powodzeniem podłączyć do prostego tranzystora 2N3904, który kosztuje zaledwie kilkadziesiąt groszy.

Moduły przełączników

Jeżeli w swoim projekcie chcesz sterować pracą kilku urządzeń i może to ograniczyć się tylko do włączania i wyłączania, to warto, abyś rozważył zakup modułu przełączników (rysunek 7.9).

Moduły tego typu znajdziesz w popularnych internetowych serwisach aukcyjnych i w sklepach. Są tanie i zawierają przełączniki oraz tranzystory, a także małe diody LED sygnalizujące pracę poszczególnych przełączników. W związku z tym moduły takie mogą być podłączone bezpośrednio do płytki Raspberry Pi lub Arduino.

Nie musisz korzystać ze wszystkich przełączników znajdujących się w module. W razie potrzeby z pewnością znajdziesz moduły zawierające więcej niż 8 przełączników.



Rysunek 7.9. Moduł przekaźników z 8 kanałami

Moduły te są zwykle wyposażone w następujące złącza:

 **GND** (masa).

 **VCC** lub **5V** — pin ten należy połączyć z wyjściem napięcia 5 V płytki Arduino lub Raspberry Pi. Złącze to zasila cewki aktywowanych przekaźników.

 **Data** — złącza oznaczone tą etykietą służą do sterowania pracą poszczególnych przekaźników. Czasami są dodatkowo oznaczone etykietą **active high**, która świadczy o tym, że cewki przekaźników są włączane po podaniu wysokiego sygnału. Etykieta **active low** oznacza, że cewki przekaźników są włączane po podaniu niskiego sygnału.

Moduły przekaźników zawierają ponadto rząd zacisków śrubowych, które są połączone bezpośrednio ze stykami przekaźników.

Eksperyment: sterowanie pracą silnika elektrycznego za pośrednictwem modułu przekaźników

W tym eksperymencie będziesz włączać i wyłączać silnik elektryczny za pośrednictwem przekaźnika.

W projekcie będziemy korzystać z jednego przekaźnika, a więc możesz kupić moduł mniejszy od mojego (pracowałem z modulem, na którym znajduje się 8 przekaźników).

Lista elementów

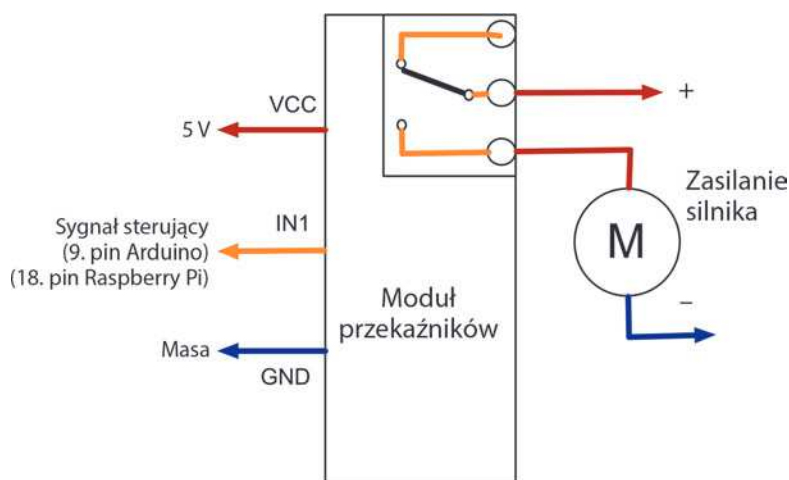
Oto lista elementów, które są niezbędne do przeprowadzenia tego eksperymentu, niezależnie od tego czy korzystasz z Arduino, Raspberry Pi, czy masz obie te płytki:

Element	
Mały silnik prądu stałego przystosowany do pracy pod napięciem 6 V	Adafruit: 711
Moduł przekaźników	Allegro
Koszyk na 4 baterie AA (6 V)	Adafruit: 830
Przewody połączeniowe pasujące do wybranego modułu przekaźników	Patrz dodatek A

Niektóre moduły przekaźników są wyposażone w piny, a niektóre w gniazda połączeniowe. W celu podłączenia modułu z męskimi pinami do płytki Arduino będziesz potrzebował przewodów z jednej strony zakończonych końcówkami żeńskimi, a z drugiej męskimi (Adafruit: 826), aby połączyć taki moduł z Raspberry Pi, powinienś użyć przewodów z końcówkami żeńskimi (Adafruit 266).

Łączenie obwodu

Schemat ideowy tego obwodu umieściłem na rysunku 7.10.



Rysunek 7.10. Schemat ideowy obwodu sterującego pracą silnika prądu stałego za pomocą modułu przekaźników

Styki wewnątrz przełącznika działają jak przełącznik, który może znajdować się w jednym z dwóch położań. Przełącznik jest wyposażony w złącze **normalnie otwarte (NO)** i **normalnie zamknięte (NC)**. Gdy do cewki nie dopływa prąd, zacisk wspólny (**COM**) jest połączony z zaciskiem normalnie zamkniętym. Podczas przepływu prądu przez cewkę przełącznika przełącznik zostaje przestawiony w drugie położenie, a zacisk wspólny jest wtedy połączony z zaciskiem normalnie otwartym.

Kod uruchomiony na Arduino i Raspberry Pi jest prawie identyczny jak przedstawiony w podrozdziale „[Eksperyment: sterowanie pracą silnika](#)” (rozdział 4.). Różnicę w działaniu programów zauważysz tylko wtedy, jeżeli Twój moduł podobnie jak mój aktywuje przekaźniki przy niskim sygnale.

Kod Arduino

Szkie Arduino sterujący pracą tego projektu jest w folderze [arduino/eksperymenty/przekaznik](#) (w miejscu, w którym rozpakowałeś archiwum z kodem). Więcej informacji na ten temat znajdziesz w [rozdziale 2.](#), w podrozdziale „Instalowanie szkieć opisanych w tej książce”.

Szkie włącza przekaznik (a więc i silnik) na 5 sekund, wyłącza go na kolejne 2 sekundy i powtarza te operacje. Przeanalizuj kod tego programu:

```
const int controlPin = 9;

void setup() {
  pinMode(controlPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(controlPin, LOW); // ❶
  delay(5000);
  digitalWrite(controlPin, HIGH);
  delay(2000);
}
```

- ❶ Kod jest praktycznie taki sam jak w podrozdziale „Eksperyment: sterowanie diodą LED” (rozdział 4.). Jedyną różnicę stanowi to, że parametry `LOW` i `HIGH` są przekazywane do funkcji `digitalWrite` w sposób odwrotny. Jeżeli po uruchomieniu programu zauważysz, że silnik jest włączany na 2 sekundy i wyłączany na 5 sekund, to znaczy, że Twój moduł aktywuje przekazniki przy wysokim sygnale i powinieneś zamienić parametry `LOW` i `HIGH` (tak jak były używane w podrozdziale „Eksperyment: sterowanie diodą LED”).

Kod Raspberry Pi

Program napisany w Pythonie sterujący pracą tego układu znajdziesz w pliku [przekaznik.py](#) umieszczonym w folderze [python/eksperymenty](#) (szukaj go w miejscu, w którym rozpakowałeś archiwum z kodem).

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

control_pin = 18

GPIO.setup(control_pin, GPIO.OUT)

try:
    while True:
        GPIO.output(control_pin, False)
        time.sleep(5)
        GPIO.output(control_pin, True)
        time.sleep(2)

finally:
    print("Czyszczenie")
    GPIO.cleanup()
```

Wybieranie właściwego silnika

Silniki prądu stałego mają różne kształty i rozmiary. Wybierając silnik do swojego projektu, musisz znaleźć model o odpowiedniej mocy. Dwa najważniejsze parametry, które należy wziąć pod uwagę, decydując się na zakup silnika, to siła, jaką może on wygenerować (jego moment obrotowy), i jego maksymalna prędkość obrotowa.

Jeżeli silnik obraca się szybciej, niż tego potrzebujesz, ale generuje za mały moment obrotowy, możesz rozwiązać ten problem za pomocą przekładni.

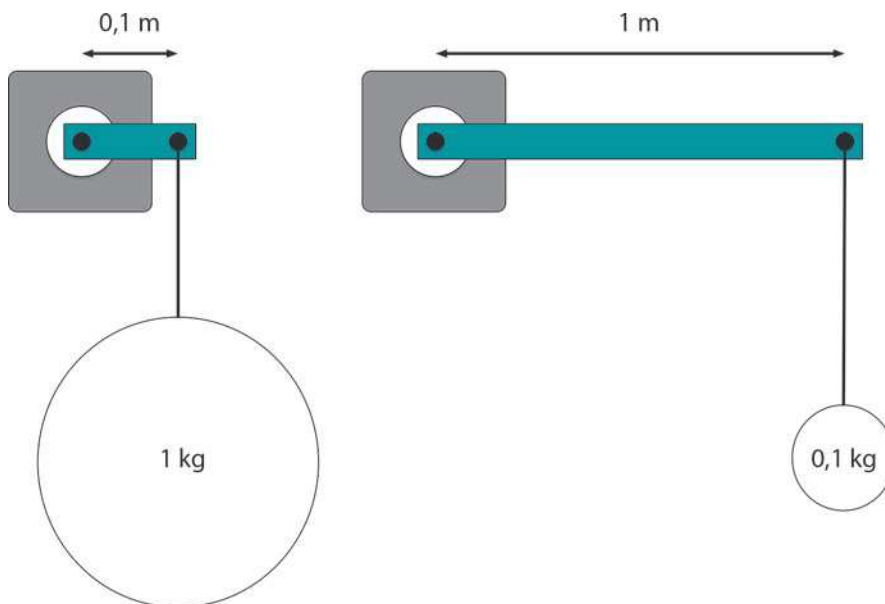
Moment obrotowy

Moment obrotowy określa siłę generowaną przez silnik. Im wyższa wartość momentu, tym większa siła generowana przez obracający się wał silnika.

Moment obrotowy to iloczyn siły i odległości. Siła jest mierzona w niutonach (N), a odległość w metrach (m). Siła momentu obrotowego jest często definiowana jako siła wymagana do podniesienia pewnej masy.

Odległość jest brana pod uwagę, ponieważ im dalej od wału silnika, tym mniej siły silnik może wygenerować. Jeżeli silnik charakteryzuje się na przykład momentem obrotowym 1 Nm (niuton · metr), to będzie w stanie utrzymać masę 1 kg (co odpowiada sile 10 N) w odległości 0,1 m od środka wału. Silnik nie będzie w stanie podnieść tej masy na większą wysokość, ale jednocześnie masa ta nie będzie spadać. Ten sam silnik przy dziesięciokrotnie większej odległości masy od osi będzie w stanie utrzymać dziesięciokrotnie mniejszą masę.

Na rysunku 7.11 pokazano zależność pomiędzy masą i odległością od osi silnika.



Rysunek 7.11. Moment obrotowy (w skrócie)

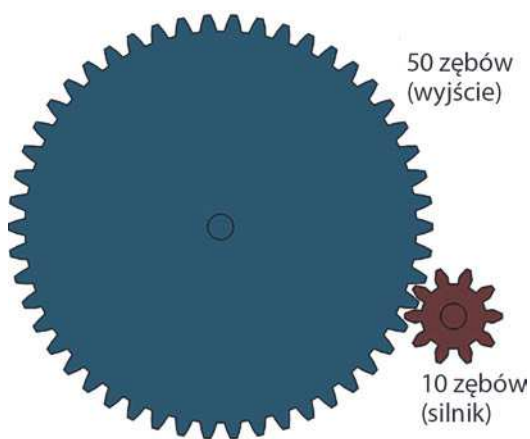
Prędkość obrotowa

Silniki prądu stałego osiągają dość wysokie prędkości obrotowe. W związku z tym bardzo często paruje się je z przekładniami (silniki z wbudowanymi przekładniami określamy mianem silników przekładniowych, opiszę je w kolejnych sekcjach). Standardowy wał silnika zasilanego prądem stałym o niskim napięciu obraca się z prędkością 10 000 obrotów na minutę. Wał takiego silnika obraca się około 166 razy w ciągu sekundy.

Podczas lektury tej książki poznałeś już sposoby zmniejszania prędkości obrotowej silnika elektrycznego, ale techniki te wpływają również na energię dostarczaną do silnika, co zmniejsza generowany przez niego moment obrotowy.

Przekładnie

Przekładnie pozwalają na zwiększenie momentu obrotowego przy zmniejszeniu prędkości obrotowej. Jeżeli skorzystałbyś z przekładni dającej przełożenie 5:1 (zobacz rysunek 7.12), w której jedna zębatka miałaby 50 zębów, a druga 10 zębów, to na każde pięć obrotów silnika przypadłby tylko jeden obrót wyjściowego wału przekładni, ale moment obrotowy na wyjściu przekładni byłby dziesięciokrotnie większy od dostępnego bezpośrednio na silniku.



Rysunek 7.12. Kola zębate przekładni

Silniki przekładniowe

Silniki są w praktyce tak często parowane z przekładniami, że rozsądnym rozwiązaniem jest zakup silnika przekładniowego, czyli silnika zamkniętego we wspólnej obudowie z przekładnią.

Firma Pololu (<http://www.pololu.com>) ma w swojej ofercie szeroki wybór silników przekładniowych.

Jeżeli chcesz zaoszczędzić na zakupie takiego silnika, rozważ model z plastikowymi kołami zębatymi, które są co prawda mniej wytrzymałe od kół wykonanych z metalu, ale generują taki sam moment obrotowy.

Pompy

Wewnątrz pompy znajduje się zwykle silnik prądu stałego lub bezszczotkowy silnik prądu stałego (więcej informacji na temat tego komponentu znajdziesz w [rozdziale 10.](#), w podrozdziale „[Bezczotkowy silnik prądu stałego](#)”) napędzający mechanizm przeganiający ciecz z miejsca na miejsce.

Do najpopularniejszych pomp używanych przez majsterkowiczów należą pompa przewodowa (perystaltyczna) i pompa wirowa. Porównano je na rysunku 7.13 (pompa przewodowa znajduje się po lewej stronie).



Rysunek 7.13. Pompa przewodowa (po lewej) i pompa wirowa (po prawej)

Obie pompy są wyposażone w silniki prądu stałego, ale pracują w inny sposób. Pompy przewodowe stosuje się wtedy, gdy potrzebny jest powolny i miarowy przepływ. Pompy wirowe używane są, gdy ważna jest prędkość przepompowywania cieczy.

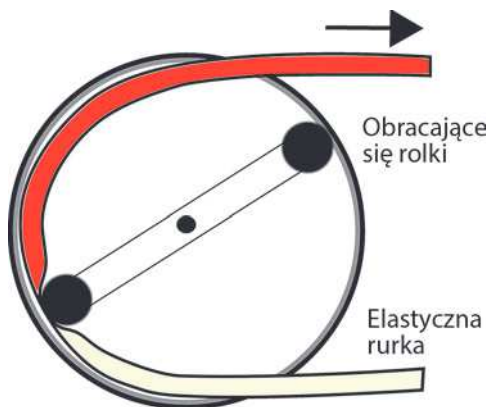
Pompy przewodowe

Pompy perystaltyczne są zaprojektowane z myślą o miarowym poruszaniu cieczami. W praktyce stosuje się je często w urządzeniach medycznych i badawczych w celu poruszania dość precyzyjnie odmierzonymi objętościami cieczy. Aby zwiększyć precyzję pracy tych pomp, do ich napędzania stosuje się silniki krokowe (zobacz [rozdział 10.](#)).

Na rysunku 7.14 przedstawiono działanie pompy przewodowej.

Wewnątrz takiej pompy znajduje się silnik przekładniowy obracający rolki ściskające giętki wąż, w wyniku czego dochodzi do przemieszczania się płynu wewnątrz węża. Nie powinno nikogo dziwić, że rurka w wyniku ciągłego ściskania w końcu się zużyje i będzie wymagać wymiany. Pompy przewodowe są zwykle skonstruowane tak, aby umożliwić wymianę tego elementu.

Po podłączeniu silnika przekładniowego pompy przewodowej do wyjścia obsługującego technologię PWM i mostka H (ten komponent zostanie opisany w [rozdziale 8.](#)) będziesz mógł sterować ilością przepompowywanej cieczy, a także kierunkiem jej przepływu.



Rysunek 7.14. Działanie pompy przewodowej

Pompa przewodowa nie wymaga dodatkowego odpowietrzania podczas rozruchu: jeżeli zostanie umieszczona nieco wyżej od zasobnika z cieczą, wytwarzane przez nią podciśnienie będzie w stanie zassać wodę do pompy i uruchomić proces pompowania.

Objęściowe natężenie przepływu

Objęściowe natężenie przepływu określa objętość cieczy, która może zostać przepompowana przez pompę w jednostce czasu. Objętość cieczy i czas mogą być zdefiniowane w kilku różnych jednostkach. Mała pompa przewodowa może charakteryzować się objęściowym natężeniem przepływu na poziomie 50 ml/min (milimetrów/minutę). Pompa wirowa przeznaczona do podlewania ogrodu — objęściowym natężeniem przepływu na poziomie 5 l/min (litrów/minutę).

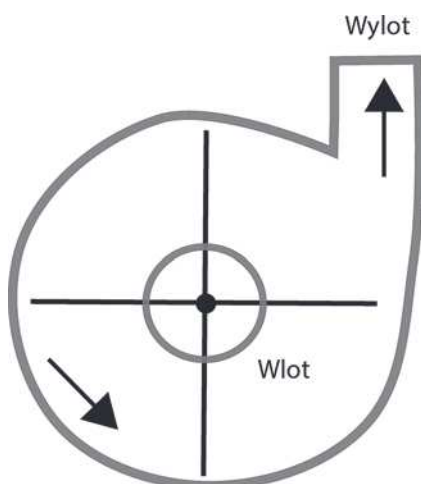
Pompa wirowa

Jeżeli bardziej zależy Ci na szybkim przepompowaniu cieczy, to lepiej, abyś zamiast pompy przewodowej zastosował pompę wirową. Na rysunku 7.15 przedstawiono działanie najpopularniejszego rodzaju pompy wirowej, czyli pompy odśrodkowej.

Ciecz jest zasysana do pompy przez otwór znajdujący się z przodu (rysunek 7.15) na osi silnika napędzającego wirnik. Wirnik generuje siłę odśrodkową, w wyniku czego ciecz wyrzucana jest na zewnątrz, na obudowę pompy (jest kierowana do wylotu).

Pompy wirowe nie potrafią odpowietrzyć się samodzielnie: podczas rozruchu ciecz musi znajdować się na wysokości wlotu. W przeciwieństwie do pomp przewodowych pompy wirowe umożliwiają przepływ cieczy, gdy są wyłączone. Niektóre z tego typu pomp są przeznaczone do ogrodowych sadzawek lub akwariów i mogą zostać całkowicie zanurzone w wodzie.

W przeciwieństwie do pomp przewodowych pompy wirowe nie mogą odwracać kierunku przepływu pompowanej cieczy. Niektóre z nich są wyposażone w bezszczotkowy silnik prądu stałego i elektronikę sterującą jego pracą zamkniętą w tej samej obudowie, dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie maksymalnej mocy przy małych wymiarach urządzenia.



Rysunek 7.15. Działanie pompy wirowej

Projekt: podlewanie roślin przy użyciu Arduino

Ten prosty projekt sterowany za pomocą Arduino (zobacz rysunek 7.16) służy do codziennego podlewania rośliny określoną ilością wody, która jest dostarczana za pośrednictwem pompy przewodowej (przyda się wszystkim wyjeżdżającym na wakacje).

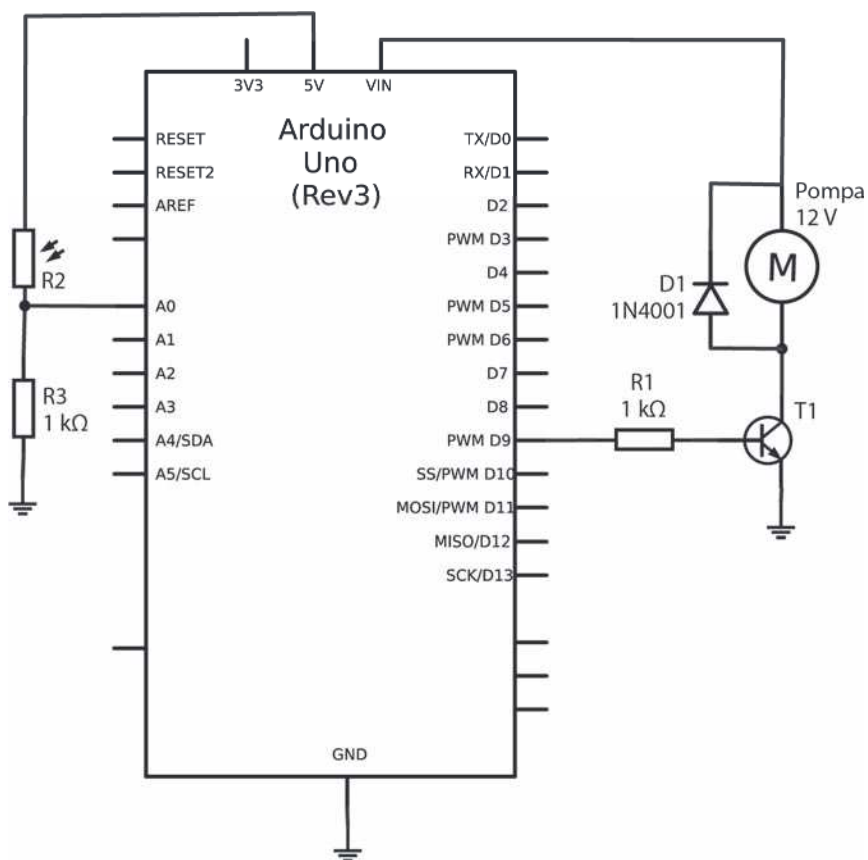


Rysunek 7.16. Urządzenie podlewające domowe kwiaty

W projekcie opisanym w tym podrozdziale nie wykorzystano układu mierzącego czas. Zamiast niego zastosowano układ mierzący natężenie światła: rośliny są podlewane, gdy się ściemnia.

Założenia projektowe

Na rysunku 7.17 pokazano schemat ideowy tego projektu.



Rysunek 7.17. Schemat ideowy urządzenia podlewającego domowe kwiaty

Płytkę Arduino włącza i wyłącza silnik pompy za pośrednictwem tranzystora MPSA14. Dioda **D1** chroni płytkę przed skokami napięcia.

Po lewej stronie schematu znajdują się fotorezystor i standardowy rezystor, które tworzą dzielnik napięcia umożliwiający pomiar natężenia światła na złączu analogowym **A0** płytki Arduino.

Im więcej światła pada na fotorezystor, tym mniejsza jest jego rezystancja, co powoduje zbliżanie się napięcia odbieranego przez pin **A0** do poziomu 5 V.

Obwód jest dość prosty do zbudowania. Najtrudniejszą rzeczą będzie przyłutowanie przewodów do zacisków silnika pompy (większość pomp nie jest wyposażona w przewody połączeniowe).

Lista elementów

Oto lista elementów, które są niezbędne do wykonania tego projektu:

Symbol	Element	
	Płytki Arduino Uno	
T1	Tranzystor MPSA14 w układzie Darlingtona	Mouser: 833-MPSA14-AP
R1, R3	Rezystory 1 k Ω	Mouser: 291-1k-RC
R3	Fotorezystor (1 k Ω)	Adafruit: 161 Sparkfun: SEN-09088
D1	Dioda 1N4001	Adafruit: 755 Sparkfun: COM-08589 Mouser: 512-1N4001
	Pompa perystaltyczna (przewodowa) 12 V	Allegro
	Bezstykowa płytka prototypowa (400 otworów montażowych)	Adafruit: 64
	Przewody połączeniowe obustronnie zakończone wtykami męskimi (tylko płytka Arduino)	Adafruit: 758
	Rurka pasująca do pompy o długości około 1m	Sklep budowlany
	Zasilacz dostarczający prąd o napięciu 12 V i natężeniu 1 A z wtykiem pasującym do płytki Arduino	Botland: ZAS-05045
	Duży pojemnik na wodę	
	Druk połączeniowy o średnicy 0,6 mm (do przylutowania do zacisków silnika pompy)	Adafruit: 1311

W tym projekcie zdecydowałem się na zastosowanie pompy przewodowej przeznaczonej do użycia w akwariach, która jest tania, a jej zakup nie powinien sprawiać problemów.

Rurki, z których korzystałem, pochodzą z zestawu do podlewania znalezione w markecie budowlanym. Do rurek dołączone były plastikowe złączki, które doskonale sprawdziły się podczas łączenia rurek wychodzących z pompy z rurkami stanowiącymi ich przedłużenie. Połączenia muszą być szczelne. W przeciwnym wypadku pompa nie będzie działać.

Budowa projektu

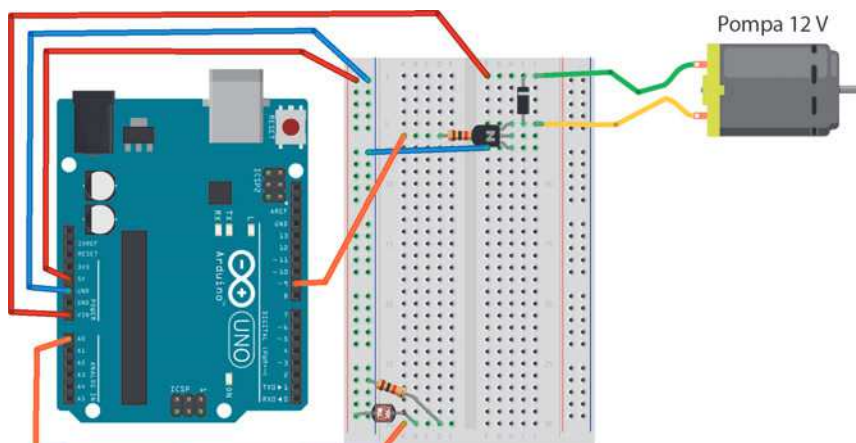
Projekt wymaga wykonania prostych prac związanych z przygotowaniem płytki obwodu, a także pomajsterkowania w celu przystosowania zbiornika na wodę.

Krok 1: Przylutuj przewody do silnika

Przylutuj przewody do zacisków silnika pompy (oczywiście czynność tę wykonaj, jeżeli pompa nie została wyposażona w fabryczne przewody zasilające). Przewody muszą być na tyle długie, aby połączyć pompę z płytką prototypową i Arduino. Przyjmij, że odpowiednią długością będzie 0,5 m.

Krok 2: Połącz obwód na płytce prototypowej

Zamontuj komponenty obwodu na płytce prototypowej, korzystając ze schematu wykonawczego przedstawionego na rysunku 7.18.



Rysunek 7.18. Schemat wykonawczy obwodu sterującego procesem podlewania kwiatów

Upewnij się, że tranzystor i dioda są zwrócone we właściwym kierunku.

Krok 3: Przyczep rurki do pompy

Potrzebujesz dwóch rurek. Jedna z nich powinna sięgać od pojemnika z wodą do wlotu pompy (rurkę tę należy wprowadzić do pojemnika z wodą od góry, tak aby sięgała dna). Druga rurka musi połączyć wylot pompy z rośliną, którą chcesz podlewać. Na rysunku 7.19 pokazano pompę z doczepionymi rurkami.



Rysunek 7.19. Pompa, do której podłączono rurki

Zwykle na obudowie pompy nie znajdują się żadne etykiety oznaczające wlot i wylot, ale kierunek pracy pomp przewodowych jest odwracalny, więc jeżeli okaże się, że Twoja pompa zasysa, a nie podlewa, to zamiast zamieniać ze sobą rurki możesz zamienić ze sobą przewody zasilające.

Krok 4: Wykonaj pozostałe prace

Podczas pracy nad projektem odkryłem, że wygodnym rozwiązaniem jest zamontowanie pompy na górze zbiornika z wodą, tak aby głowica pompy była wciśnięta w jego otwór (silnik będzie wtedy zwrócony ku górze, rurka zasysająca wodę zwrócona w dół, a rurka, którą woda ma płynąć do rośliny, będzie zwrócona w bok). W celu zamontowania pompy w ten sposób musiałem naciąć nieco szyjkę pojemnika na mleko, którego użyłem w charakterze zbiornika z wodą.

Na rysunku 7.16 pokazano moją wersję tego projektu. Jeżeli chcesz, możesz zamontować pompę u dołu, obok płytki z obwodem, ale wtedy będziesz musiał przyczepić do niej dłuższą rurkę.

Kod Arduino

Szkic Arduino sterujący pracą tego obwodu znajdziesz w folderze `arduino\projekty\podlewanie` (w miejscu, w którym rozpakowałeś archiwum z kodem). W folderze `projekty` umieszczono również szkic `podlewanie_test` pozwalający na wykalibrowanie czujnika światła.

```
const int motorPin = 9;    // ❶
const int lightPin = A0;

const long onTime = 10 * 1000; // 60 sekund ❷
const int dayThreshold = 200;    // ❸
const int nightThreshold = 70;

boolean isDay = true;           // ❹

void setup() {
    pinMode(motorPin, OUTPUT);
}

void loop() {                  // ❺
    int lightReading = analogRead(lightPin);
    if (isDay && lightReading < nightThreshold) { // ❻
        pump();
        isDay = false;
    }
    if (!isDay && lightReading > dayThreshold) { // ❼
        isDay = true;
    }
}

void pump() {                  // ❽
    digitalWrite(motorPin, HIGH);
    delay(onTime);
    digitalWrite(motorPin, LOW);
}
```

- ❶ Na początku szkicu znajdują się definicje dwóch pinów Arduino, z których korzystamy: pinu sterującego pracą silnika i wejścia analogowego fotorezystora mierzącego natężenie światła (`lightPin`).

- 2 Stala `onTime` określa czas pracy pompy włączanej co wieczór. Podczas testowania projektu pompa nie powinna pracować zbyt długo, dzięki czemu nie będziesz musiał czekać na zakończenie całego procesu.
Najciekawszą częścią szkicu jest kod wykrywający zmierzch. Płytki Arduino nie ma wbudowanego zegara czasu rzeczywistego, więc jeżeli nie podłączysz do niej takiego zegara w formie zewnętrznego modułu, to mikrokontroler nie będzie wiedział, która jest godzina. W tym projekcie chcemy, aby roślina była podlewana raz dziennie, dlatego wykrycie zmierzchu jest dobrym czynnikiem uruchamiającym proces podlewania. Po podlaniu rośliny mikrokontroler powinien odczekać kolejny dzień (przeczekać długi okres jasności).
- 3 W celu odróżnienia dnia od nocy zdefiniowano dwie stałe: `dayThreshold` i `nightThreshold`. Prawdopodobnie będziesz musiał zmienić te wartości i dostosować je do warunków panujących w miejscu, w którym znajduje się Twoja roślina, oraz do czułości fotorezystora. Ogólnie rzecz biorąc, mikrokontroler rozpoznaje dzień po tym, że natężenie światła jest większe od wartości progowej `dayThreshold`. Noc jest rozpoznawana po natężeniu światła mniejszym od `nightThreshold`. Dlaczego zastosowano dwa progi, a nie jeden? Ponieważ o zmierzchu, gdy zaczyna robić się ciemno, natężenie światła może oscylować przez chwilę w okolicy wartości `dayThreshold`, co mogłoby wywołać wielokrotną aktywację procesu podlewania.
- 4 Zmiennej logicznej `isDay` przypisywana jest wartość określająca, czy jest dzień. Jeżeli zmiennej przypisana jest wartość `true`, szkic zakłada, że jest dzień.
- 5 W funkcji `loop` znajduje się kod logiki określającej konieczność podlania rośliny. Kod ten na początku odczytuje natężenie światła.
- 6 Jeżeli obecnie jest dzień, ale poziom natężenia światła spadł poniżej progu `nightThreshold`, to właśnie się ściemniło, a więc kod wywołuje funkcję sterującą pompą w celu podlania rośliny. Następnie zmiennej `isDay` przypisywana jest wartość `false` w celu określenia tego, że jest noc i na razie roślina nie powinna być powtórnie podlana.
- 7 Drugie polecenie `if` znajdujące się w funkcji `loop` sprawdza, czy jest noc (`!isDay`) i czy poziom natężenia światła jest większy od progu `dayThreshold`. Gdy oba warunki są spełnione, zmiennej `isDay` przypisywana jest wartość logiczna `true`.
- 8 Funkcja `pump` włącza pompę, odczekuje czas określony przez wartość zmiennej `onTime` i przerywa proces pompowania.

Korzystanie z projektu

Zanim uruchomisz właściwy szkic, do pamięci Arduino załaduj program testowy `podlewanie_test.ino`. Pozwoli to na ustalenie właściwych wartości `dayThreshold` i `nightThreshold`. Załaduj szkic do pamięci Arduino i otwórz okno monitora szeregowego.

Na ekranie powinieneś zobaczyć serię wartości będących bieżącymi odczytami z czujnika światła. Zapisz wartości odczytywane w dzień, gdy pogoda jest dość pochmurna. Do zmiennej `dayThreshold` przypisz połowę tej wartości, projekt będzie dzięki temu pracował poprawnie nawet w mało słoneczne dni.

Poczekaj, aż się ściemni, i dokonaj ponownego pomiaru natężenia światła padającego na miejsce, w którym znajduje się roślina. Wartość tę możesz ustalić również przez zasłonięcie czujnika światła palcem. Zmiennej `nightThreshold` przypisz dwukrotność tej wartości. Pamiętaj o tym, że wartość zmiennej `nightThreshold` powinna być znacznie mniejsza od wartości zmiennej `dayThreshold`. W związku z tym być może będziesz musiał dojść do pewnego kompromisu podczas ustalania tych dwóch wartości.

Teraz możesz zdefiniować wartości zmiennych `dayThreshold` i `nightThreshold` we właściwym programie ([podlewanie.ino](#)) i załadować go do pamięci Arduino.

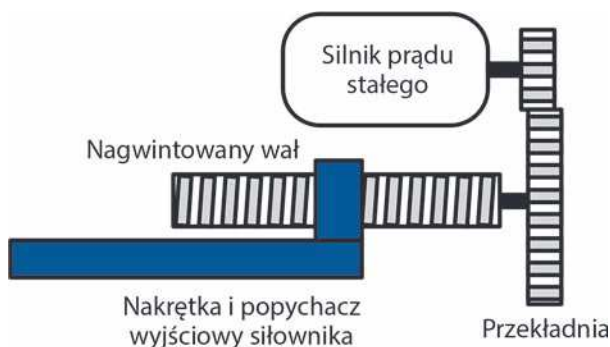
Zmrok możesz symulować, zasłaniając fotorezystor palcem. Powinno to powodować włączenie pompy.

Pompa zastosowana w mojej wersji projektu pompowała około 90 ml cieczy na minutę. W celu określenia czasu pracy pompy możesz skorzystać z kubka z miarką i określić objętościowe natężenie przepływu pompy, a następnie przypisać zmiennej `onTime` wartość pozwalającą na przepompowanie odpowiedniej ilości wody.

Siłowniki liniowe

Siłowniki liniowe zamieniają ruch obrotowy silnika prądu stałego na ruch liniowy. Są często używane do otwierania i zamykania drzwi lub okien.

Siłowniki liniowe są wyposażone w nagwintowany wał napędowy i coś, co jest tak naprawdę nakrętką, która nie może się obracać wokół własnej osi, ale może przemieszczać się wzdłuż nagwintowanego wału, poruszając końcówką siłownika do środka lub na zewnątrz. Działanie takiego siłownika przedstawiono na rysunku 7.20, a na rysunku 7.21 pokazano przykład typowego siłownika liniowego.



Rysunek 7.20. Działanie siłownika liniowego

Popychacze wyjściowe siłowników liniowych poruszają się dość wolno, ponieważ długi nagwintowany wał i znajdująca się na nim nakrętka działają jak przekładnia redukcyjna, a ponadto siłowniki tego typu są wyposażone w standardową przekładnię znajdującą się bezpośrednio przy silniku. Mała prędkość i mocne silniki sprawiają, że siłowniki liniowe generują dość dużą siłę ciągnącą lub rozpychającą. Siłownik pokazany na rysunku 7.21 generuje siłę ciągnącą lub pchającą na poziomie 1500 N (niutonów), która pozwala na podniesienie masy 150 kg. Silnik siłownika liniowego pracującego z pełną mocą może z łatwością pobierać prąd o natężeniu 5 A przy napięciu 12 V.

Zwykle silnikiem siłownika liniowego steruje się za pomocą mostka H mogącego dostarczyć prąd o maksymalnym natężeniu przynajmniej 5 A, co pozwala na poruszanie siłownikiem w obu kierunkach. Na końcach większości siłowników znajdują się czujniki automatycznie odcinające dopływ prądu do silnika w skrajnych położeniach popychacza, co zapobiega powstawaniu uszkodzeń mechanizmu przekładniowego. Rozwiązanie to



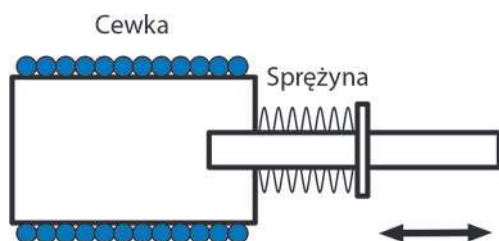
Rysunek 7.21. Siłownik liniowy

ułatwia sterowanie pracą silnika, ponieważ zaprogramowanie mostka H wystarczy wtedy do zasilania silnika w jednym kierunku przez określony czas, który powinien być na tyle długi, aby popychacz siłownika mógł zostać w pełni wyciągnięty.

W rozdziale 8., w podrozdziale „Projekt: zginiatarka do puszek sterowana za pomocą Arduino”, zastosowałem w praktyce siłownik pokazany na rysunku 7.21.

Solenoidy

Solenoidy są używane w zamkach do drzwi i w zaworach. Wykonują ruch liniowy podobny do ruchu siłowników liniowych, ale są o wiele prostszymi urządzeniami. To tak naprawdę elektromagnesy poruszające twornikiem, który jest wypychany na zewnątrz lub wciągany do środka. Zakres jego ruchu jest niewielki: zwykle to kilka milimetrów. Działanie solenoidu pokazano na rysunku 7.22, a na rysunku 7.23 przedstawiono elektrozawór sterowany prądem o napięciu 12 V, w którym zastosowano solenoid.



Rysunek 7.22. Działanie solenoidu

Po podłączeniu cewki do prądu ruchomy trzebień zostanie wciągnięty do jej wnętrza (siła wygenerowana przez cewkę będzie większa od siły sprężyny). Po odłączeniu prądu ruchomy trzebień zostanie wysunięty z cewki i znajdzie się w położeniu początkowym.



Rysunek 7.23. Zawór wodny sterowany prądem o napięciu 12 V

Zawór wodny pokazany na rysunku 7.23 jest zaprojektowany z myślą o sterowaniu przepływem wody pod ciśnieniem w domowej instalacji hydraulicznej. Zawór blokuje przepływ wody, gdy nie jest zasilany. Po podłączeniu cewki zaworu do prądu ruchomy trzpień przesuwają się, pozwalając na przepływ wody przez zawór aż do momentu odłączenia cewki od prądu.

Zaprezentowany zawór jest przeznaczony do sterowania prądem o napięciu 12 V. Tego typu zawory można znaleźć w pralkach. W sklepach dostępne są zawory przystosowane do sieciowego prądu przemiennego o napięciu 230 V, ale woda i tak wysokie napięcie to dość niebezpieczne połączenie, dlatego radzę Ci, abyś w swoich projektach stosował zawory i pompy sterowane prądem o napięciu 12 V.

Solenoidy są używane również w elektrycznych zatraskach do drzwi.

Podsumowanie

W tym rozdziale dowiedziałeś się, jak działają silniki prądu stałego. Ponadto nauczyłeś się włączać i wyłączać takie silniki za pomocą płytek Arduino i Raspberry Pi, a także sterować ich prędkością obrotową.

W kolejnym rozdziale dowiesz się, jak zmieniać kierunek obrotów wału silnika za pomocą mostka H.

Skorowidz

A

Arduino, 13, 19
 dodawanie wyświetlacza do chłodziarki, 265
 dźwięk i głośnik bez wzmacniacza, 271
 instalowanie bibliotek, 212
 losowy detonator balonów, 197
 mieszanie kolorów, 88
 obsługa sieci, 289
 odtwarzanie plików dźwiękowych, 275
 płytki stykowe, 49
 podlewanie roślin, 112
 podłączanie do wzmacniacza, 276
 programowanie, 24
 prosty termostat, 212
 sterowanie
 diodą LED, 52
 kierunkiem i prędkością obrotów, 131
 paskiem diod LED RGB, 256
 położeniem serwomechanizmu, 151
 pracą bipolarnego silnika, 173
 pracą przekaźnika, 103
 pracą silnika, 58, 107
 pracą unipolarnego silnika, 185
 prędkością obrotową, 97
 struktura szkicu, 24
 sygnalizator, 80, 81

 szeregowa transmisja danych, 76
 termostat PID, 220
 termostatyczna chłodziarka, 237
 wejścia analogowe, 27, 75
 wejścia cyfrowe, 26, 75
 wgrywanie szkicu, 22
 wyjścia analogowe, 28, 75
 wyjścia cyfrowe, 25, 75
 zgniatarka do puszek, 142
 zintegrowane środowisko programistyczne, 20
arkusz kalkulacyjny, 225

B

biblioteka RPi.GPIO, 44

C

całkowanie, 218
chłodziarka
 do napojów, 203
 termostatyczna, 232
częstotliwość fal dźwiękowych, 270
czujnik
 podczerwieni, 279
 temperatury, 235

D

- diody, 72
 - LED, 50, 73, 77
 - adresowane, 253
 - ograniczanie natężenia prądu, 78
 - pobór prądu, 256
 - RGB, 85
 - standardowe, 78
- dodawanie wyświetlacza do chłodziarki, 264
- dostęp do Raspberry Pi, 36
- dostrajanie regulatora PID, 219
- działanie
 - ogniwa Peltiera, 200
 - plytki stykowej, 48
 - serwomechanizmu, 148
 - silników prądu stałego, 96
- dzielnik napięcia, 276
- dźwięk, 269
 - głośnik bez wzmacniacza, 269

E

- eksperyment
 - dźwięk i głośnik bez wzmacniacza, 269
 - mieszanie kolorów, 87
 - odtwarzanie plików dźwiękowych, 273
 - podłączanie modułu wyświetlacza, 261
 - prosty termostat, 208
 - rozgrzewanie rezystora, 193
 - sterowanie
 - diodą LED, 50
 - falowe, 187
 - kierunkiem i prędkością obrotów, 125
 - paskiem diod LED RGB, 254
 - położeniem serwomechanizmu, 149
 - pracą bipolarnego silnika, 170
 - pracą silnika, 56, 105
 - pracą unipolarnego silnika, 183
 - prędkością obrotową, 97
 - termostat PID, 220
- elektronika, 63
- energia, 199

F

- fale
 - kwadratowe, 272
 - sinusoidalne, 272
- framework Bottle, 285
- funkcja map, 239
- funkcje, 30

G

- gotowanie wody, 200

H

- histereza, 216

I

- impedancja, 269
- indukcyjność, 269
- instalacja
 - bibliotek Arduino, 212
 - szkiców, 23
 - zintegrowanego środowiska programistycznego, 20
- instrukcja
 - else, 28
 - if, 28, 43
 - while, 43
- internet rzeczy, 285

J

- język Python, 41

K

- karta microSD, 36
- komponenty, 299
 - elektroniczne, 66
 - grzewcze, 198
- kondensatory, 74, 300
- konfiguracja
 - protokołu SSH, 36
 - złączy czipów, 303

L

Linux, 40
losowy detonator balonów, 195

M

macOS, 39
magistrala I2C, 260, 261
marionetka Pepe, 161
masa, 64
mieszanie kolorów, 87
moc, 66, 199
modulacja czasu trwania impulsu, 85
moduł
 PowerSwitch Tail, 248
 przełączników, 104, 245
 wyświetlacza, 261
modułowe mostki H, 141
moment obrotowy, 108
mostki H, 122
 modułowe, 141

N

nagrywanie dźwięku, 274
napięcie, 64, 258
narzędzie raspi-config, 37
natężenie prądu, 64

O

obsługa
 protokołu SSH, 37
 sieci, 289
odtworzenie plików dźwiękowych, 273, 278
ogniwa Peltiera, 200
 działanie, 200
 stosowanie, 202
ograniczanie natężenia prądu, 78
ogrzewanie, 193
okno
 konfiguracyjne PuTTY Configuration, 38
 LXTerminal, 37
 zintegrowanego środowiska
 programistycznego, 21
optoizolator, 243

P

pakiet NOOBS, 36
paski diodowe, 253
pętle
 sterujące, 207
 warunkowe, 30
plik putty.exe, 38
płytki
 Arduino Uno R3, 20
 Arduino Uno Revision 3, 15
 Photon, 289
 Raspberry Pi 2, 14
 Raspberry Pi model B, 34
płytki
 czas uruchamiania, 16
 koszt, 16
 niezawodność, 16
 pobór prądu, 16
 złącze GPIO, 16
 stykowe, 47
 działanie, 48
 łączenie z Arduino, 49
 łączenie z Raspberry Pi, 49
podlewanie roślin, 112
podłączanie
 Arduino do wzmacniacza, 276
 marionetki Pepe do internetu, 291
 modułu wyświetlacza, 261
podzespoły elektroniczne, 299
pompy, 110
 przewodowe, 110
 wirowe, 111
port
 GPIO, 305
 szeregowy, 23
potencjometri, 235
półprzewodniki, 301
prąd, 63
 blokady, 139
 przebiegi, 242
prędkość obrotowa, 109
program
 Audacity, 274
 Putty, 38
programowanie Arduino, 24

- projekt
 - dodawanie wyświetlacza do chłodziarki, 264
 - losowy detonator balonów, 195
 - podlewanie roślin, 112
 - przełącznik czasowy, 249
 - przełącznik sieciowy, 287
 - tańcząca marionetka, 156
 - z czujnikiem podczerwieni, 279
 - termostatyczna chłodziarka, 232
 - zgniatarka do puszek, 142
- proporcjonalność, 217
- protokół SSH, 36
- przeglądarka internetowa
 - sterowanie marionetką, 292
- przekątnik, 102, 243
 - elektromechaniczny, 103
 - statyczny, 247
- przełączniki
 - moduły, 104
 - sterowanie, 103
- przekładnie, 109
- przełączanie mocy, 244
- przełącznik
 - czasowy, 249
 - sieciowy, 287
- PWM, 96
- Python, 41

R

- Raspberry Pi, 13, 33
 - framework Bottle, 285
 - karta microSD, 36
 - mieszanie kolorów, 90
 - moduł wyświetlacza, 262
 - odtworzenie plików dźwiękowych, 278
 - płytki stykowe, 49
 - port GPIO, 305
 - protokół SSH, 36
 - przełącznik czasowy, 250
 - przełącznik sieciowy, 287
 - RPi.GPIO, 44
 - sterowanie
 - diodą LED, 54
 - falowe, 188
 - kierunkiem i prędkością obrotów, 125, 134
 - paskiem diod LED RGB, 257
 - położeniem serwomechanizmu, 153

- pracą bipolarnego silnika, 178
- pracą przełącznika, 103
- pracą silnika, 58, 107
- pracą unipolarnego silnika, 186
- prędkością obrotową, 100
- sygnalizator, 83
- szeregowa transmisja danych, 76
- tańcząca marionetka, 163
 - z czujnikiem podczerwieni, 281
- termostat PID, 227
- urządzenia peryferyjne, 35
- wejścia analogowe, 75
- wejścia cyfrowe, 45, 75
- wyjścia analogowe, 45, 75
- wyjścia cyfrowe, 44, 75
- złącze GPIO, 44
- regulator PID, 216
- rezystancja, 65
- rezystancyjny dzielnik napięcia, 276
- rezystory, 66, 300
- rezystywne komponenty grzejne, 193
- rozgrzewanie rezystora, 193
- różniczkowanie, 219

S

- schemat ideowy chłodziarki termostaticznej, 234
- serwomechanizmy, 147
 - działanie, 148
 - sterowanie, 148
- silnik, 56
 - krokowy, 167
 - bipolarny, 168
 - unipolarny, 181
 - prądu stałego, 95
 - bezszerokowy, 190
 - przekładniowy, 109
- silniki
 - moment obrotowy, 108
 - prędkość obrotowa, 109
 - przekładnie, 109
 - sterowanie
 - kierunkiem i prędkością obrotów, 125
 - prędkością obrotową, 97
 - za pomocą modułu przełączników, 105
 - za pomocą przełącznika, 102
 - zaawansowane, 121
 - właściwości, 108

silowniki liniowe, 118
solenoidy, 119
SSH, 38, 39
stałe, 24
sterowanie
 diodą LED, 50
 falowe, 186
 kierunkiem i prędkością obrotów silnika, 125
 marionetką, 292
 paskiem diod LED RGB, 254
 położeniem serwomechanizmu, 149
 pracą
 bipolarnego silnika, 170
 przełącznika, 103
 serwomechanizmu, 148
 silnika, 56, 105
 unipolarnego silnika, 183
 urządzeń, 245
 prądem przemiennym, 241
 prędkością obrotową, PWM, 96
 silnikami prądu stałego, 102
struktura szkicu Arduino, 24
stykowe płytki prototypowe, 47
sygnalizator, 80
systemy wbudowane, 17
szeregowa transmisja danych, 76

T

tabulatury, 42
tańcząca marionetka, 156
technologia PWM, 84
temperatura, 199
termostat, 207, 208
 PID, 220
termostatyczna chłodziarka, 232
 tranzystory, 67
 bipolarne, 68
 PNP, 72
 typu MOSFET, 70
 w układzie Darlingtona, 69
triaki, 244

U

układ
 DS18B20, 210
 L293D, 124
 funkcje pinów, 125

L293N, 137
TB6612FNG, 141
tranzystorów Darlingtona, 182
współrzędnych, 263
układy
 scalone, 74, 123
 scalone mostków H, 137
urządzenia peryferyjne, 35
usługa IFTTT, 294

W

wcięcia, 42
wejścia
 analogowe, 27, 75
 cyfrowe, 26, 45, 75
wgrywanie szkicu, 22
wiersz poleceń, 36, 40
Windows, 38
współczynnik wzmacnienia, 217
współrzędne, 263
wybór
 portu szeregowego, 23
 silnika, 108
wyjścia
 analogowe, 28, 75
 cyfrowe, 25, 44, 75
wyświetlacz OLED, 260
wyświetlacze, 253
wzmacniacze, 273
wzrost temperatury, 199

Z

zgniatarka do puszek, 142
zintegrowane środowisko programistyczne, 20
złącza
 płytek Arduino, 74
 płytek Raspberry Pi, 74
złącze GPIO, 44
zmienne, 24, 43

[Kup książkę](#)

[Poleć książkę](#)

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**

Arduino i Raspberry Pi

— steruj światłem, dźwiękiem, ruchem!

Elektronika jest dziedziną dla wymagających. Wydaje się bardzo skomplikowana, a przyswojenie choćby samych jej podstaw wymaga nie lada wysiłku. Skoro jednak żyjemy w świecie zdominowanym przez elektronikę, warto jednak pokusić się o znajomość jej prawideł. Zwłaszcza że dzięki płytkom Arduino i Raspberry Pi rozpoczęcie nauki jest bardzo proste. Istnieje tylko jedno niebezpieczeństwo: te płytki niepostrzeżenie mogą rozbudzić niepohamowaną ciekawość i stać się prawdziwą pasją!

Ta książka jest przewodnikiem po elektronice dla początkujących. Szczegółowe i praktyczne instrukcje przeprowadzą Cię krok po kroku przez wiele projektów, dzięki czemu mimochodem przyswoisz podstawy elektroniki i równocześnie odkryjesz potencjał płytek Arduino i Raspberry Pi. Szybko nauczysz się sterować pracą diod LED, różnych silników, cewek, urządzeń zasilanych prądem przemiennym, grzejników, urządzeń chłodniczych, wyświetlaczy i generatorów dźwięku. Dowiesz się, jak możesz monitorować pracę tych urządzeń i kierować nimi przez internet. Dzięki tym popularnym platformom możesz nawet zaprojektować inteligentny dom z Twoim własnym systemem sterowania!

W tej książce między innymi:

- » wiele wciągających projektów, od najprostszych po bardziej złożone
- » wyjaśnienia dotyczące zastosowań Arduino i Raspberry Pi oraz różnic między nimi
- » przystępnie podane podstawy elektroniki
- » wskazówki niezbędne przy samodzielnym tworzeniu systemów sterujących

Dr Simon Monk — doktor inżynierii oprogramowania, przez kilka lat pracownik akademicki, później współzałożyciel firmy programistycznej Momote Ltd. Elektronika jest jego ukochanym hobby od wczesnej młodości. Autor wielu lubianych książek dla pasjonatów elektroniki — zachęcony ich popularnością, w 2015 roku wraz z żoną Lindą założył spółkę MonkMakes Ltd, gdzie zajmuje się wymyślaniem nowych publikacji.

Helion	Sprawdź nasze szkolenia!	KOD KORZYŚCI Ślęgnij po więcej!	
hellion.pl	SZKOLENIA	ISBN 978-83-283-3897-5	
0 801 339900	 AKADEMIA IT & BUSINESS	9 788328 338975	
0 601 339900	WWW.SZKOLENIA.HELION.PL	Cena: 49,00 zł	
INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU			

Make:
makezine.com