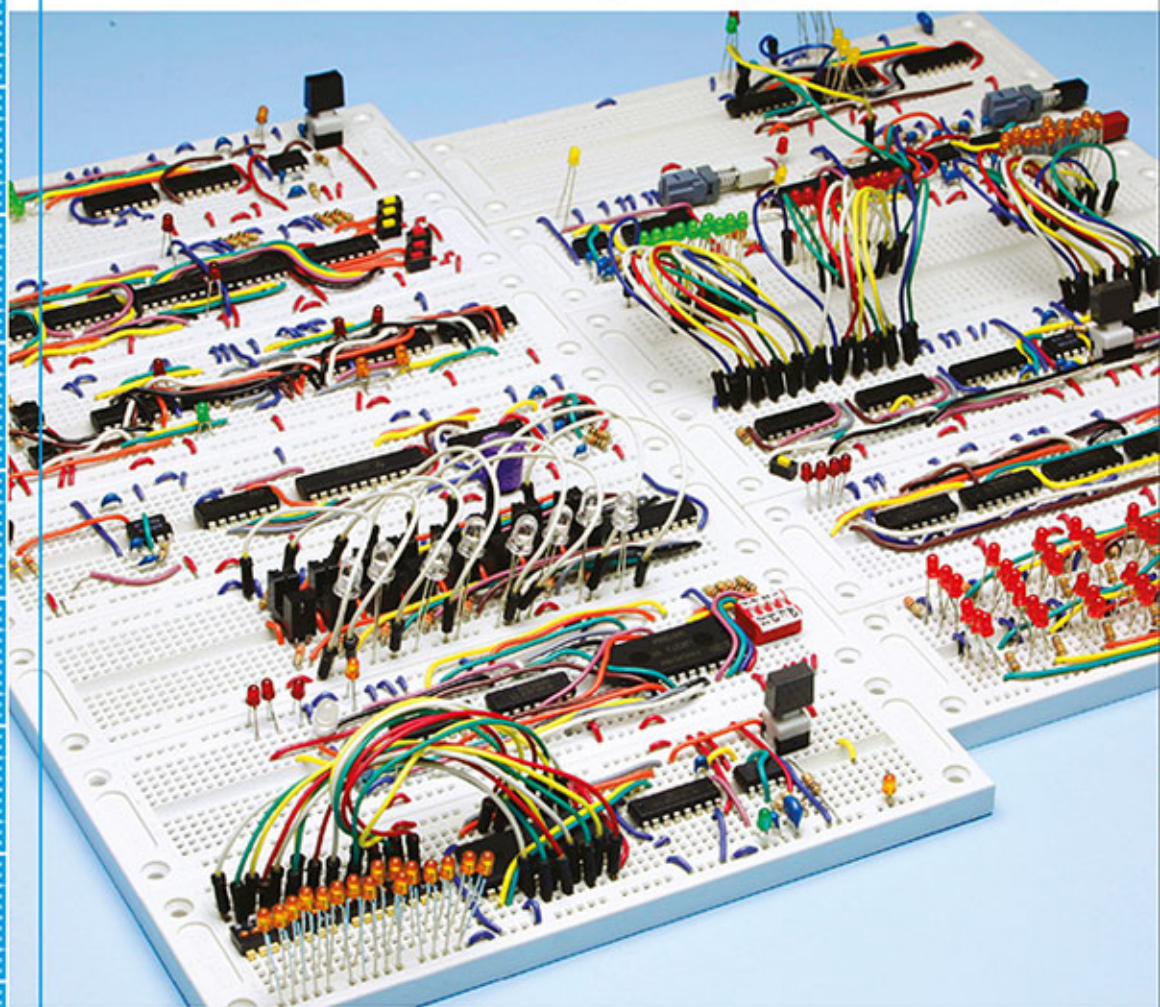


# Elektronika

## Od praktyki do teorii

### Kolejne eksperymenty



Twój ilustrowany przewodnik  
po świecie elektroniki!

Charles Platt

Helion 

Tytuł oryginału: MAKE: More Electronics

Tłumaczenie: Konrad Matuk

ISBN: 978-83-246-9126-5

© 2015 Helion S.A.

Authorized Polish translation of the English edition of MAKE: More Electronics,  
ISBN: 9781449344047 © 2014 Helpful Corporation, 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](mailto: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/eleodk>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- Kup książkę
- Poleć książkę
- Oceń książkę

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

# Spis treści

Podziękowania . . . . .	XV
Wstęp . . . . .	XVII
Przygotowania . . . . .	XXIII
<b>Eksperyment 1. Kleisty opór . . . . .</b>	<b>1</b>
Wzmacniacz oparty na kleju . . . . .	1
Jak to działa? . . . . .	2
Symbolika . . . . .	3
Uwaga: niestandardowa konfiguracja wyprowadzeń . . . . .	4
Kontekst: przewodniki i izolatory . . . . .	4
Dalsze modyfikacje . . . . .	5
<b>Eksperyment 2. Dochodzimy do pewnych wartości . . . . .</b>	<b>7</b>
Wymagania . . . . .	7
Działanie tranzystorów . . . . .	7
Uwaga: zagrożenie uszkodzeniem miernika . . . . .	11
Skróty i noty katalogowe . . . . .	11
A co z napięciem? . . . . .	12
Podstawowe wiadomości na temat napięcia . . . . .	15
Dalsze modyfikacje: korzystanie z mierników wskazówkowych . . . . .	16
Podstawowe wiadomości na temat tranzystorów . . . . .	16
Odpowiedzi do zadania dotyczącego obliczania napięć . . . . .	17
<b>Eksperyment 3. Od światła do dźwięku . . . . .</b>	<b>19</b>
Generator fali akustycznej o częstotliwości zależnej od natężenia światła . . . . .	19
<b>Eksperyment 4. Pomiar światła . . . . .</b>	<b>23</b>
Korzystanie z fototranzystorów . . . . .	24
Podstawowe wiadomości dotyczące fototranzystorów . . . . .	24
Kontekst: fotony i elektrony . . . . .	24
Podstawowe wiadomości dotyczące układu 555 . . . . .	25
Podstawowe różnice pomiędzy układami zegarowymi zbudowanymi na bazie struktury CMOS i tranzystora bipolarnego . . . . .	28

<b>Eksperyment 5. Ten krztuszący się dźwięk</b> . . . . .	<b>29</b>
Dalsze modyfikacje . . . . .	30
<b>Eksperyment 6. Łatwe przełączanie</b> . . . . .	<b>33</b>
Porównywanie . . . . .	33
Podstawowe wiadomości na temat komparatorów . . . . .	34
Sprzężenie zwrotne . . . . .	35
Histereza . . . . .	36
Symbol . . . . .	37
Podstawowe wiadomości dotyczące plusów i minusów . . . . .	38
Wyjście . . . . .	38
Więcej podstawowych wiadomości dotyczących komparatorów . . . . .	39
Wewnątrz układu . . . . .	40
Przerysowujemy schemat . . . . .	40
Uwaga: odwrócone komparatory . . . . .	41
Porównywanie za pomocą mikrokontrolerów . . . . .	41
Dalsze modyfikacje: laserowy system zabezpieczający . . . . .	42
<b>Eksperyment 7. Automatyczny sterownik lampy</b> . . . . .	<b>43</b>
Uwaga: unikaj niebezpiecznego napięcia . . . . .	43
Podstawy obwodu . . . . .	44
Krok drugi . . . . .	45
Testowanie obwodu . . . . .	46
Szczegóły budowy przekaźnika . . . . .	46
Przekazywanie energii za pomocą kondensatora . . . . .	47
Demontaż zegara . . . . .	48
Uwaga: nie korzystaj z zegarków zasilanych prądem przemiennym . . . . .	48
Zaglądając do środka zegarka . . . . .	48
Napięcie, pod jakim pracuje zegarek . . . . .	49
Jak to dzwoni? . . . . .	50
Korzystanie z sygnału brzęczyka . . . . .	51
Podłączanie budzika . . . . .	53
Jak to powinno działać? . . . . .	54
Testowanie . . . . .	55
Podłączanie lampy do przekaźnika . . . . .	56
Uwaga: środki ostrożności, jakie należy zachować podczas pracy z prądem przemiennym . . . . .	56
Dalsze modyfikacje . . . . .	57
Co dalej? . . . . .	58
<b>Eksperyment 8. Zabawa z dźwiękiem</b> . . . . .	<b>59</b>
Wzmacnianie . . . . .	59
Mikrofon elektretowy . . . . .	59
Czy mnie słyszysz? . . . . .	60

Kontekst: ciekawostki związane z mikrofonem . . . . .	62
Zawierania dźwięku . . . . .	62
<b>Eksperyment 9. Od miliwoltów do woltów . . . . .</b>	<b>65</b>
Dodajemy kondensator . . . . .	65
Wzmacniacz operacyjny — wprowadzenie . . . . .	66
Co za różnica? . . . . .	66
Idealna para . . . . .	67
Pomiar sygnału wyjściowego . . . . .	68
<b>Eksperyment 10. Od dźwięku do światła . . . . .</b>	<b>71</b>
Połączenie dioda-tranzystor . . . . .	71
<b>Eksperyment 11. Potrzeba zastosowania ujemnego sprężenia zwrotnego . . . . .</b>	<b>73</b>
Wykonywanie pomiarów . . . . .	73
Wzmacnianie prądu stałego . . . . .	73
Sygnały wejściowe i wyjściowe wzmacniacza . . . . .	75
Uspokajanie elektronów . . . . .	77
Wzmocnienie . . . . .	78
Kontekst: geneza ujemnego sprężenia zwrotnego . . . . .	79
Przekraczanie ograniczeń . . . . .	79
Określanie stopnia wzmocnienia . . . . .	80
Faza nr 1: napięcia wyjściowe . . . . .	81
Faza nr 2: napięcia wejściowe . . . . .	82
Faza nr 3: rysowanie wykresu . . . . .	84
Faza nr 4: współczynnik wzmocnienia . . . . .	84
Czy otrzymany wynik jest poprawny? . . . . .	85
Dzielnik różnicę . . . . .	86
Podstawy . . . . .	87
Podstawowe obwody bez zasilania symetrycznego . . . . .	88
Podstawowe wiadomości na temat wzmacniaczy operacyjnych . . . . .	89
<b>Eksperyment 12. Praktyczny wzmacniacz . . . . .</b>	<b>91</b>
Układ LM386 — wprowadzenie . . . . .	91
Obwód wzmacniacza . . . . .	92
Wykrywanie i usuwanie usterek wzmacniacza . . . . .	93
<b>Eksperyment 13. Cisza! . . . . .</b>	<b>95</b>
Kontekst: historia Widlara . . . . .	95
Krok po kroku . . . . .	95
Wykrywanie . . . . .	96
Czy to naprawę zadziała? . . . . .	96
Kontekst: zmiana napięcia . . . . .	98
Ciąg dalszy przeciwdziałania hałasowi . . . . .	100
Problemy z zasilaniem . . . . .	102



Porażka? . . . . .	103
Jeszcze tylko jedna mała rzecz . . . . .	104
<b>Eksperyment 14. Skuteczne przeciwdziałanie hałasowi . . . . .</b>	<b>105</b>
Wszystko zależy od czasu . . . . .	105
Podsumowanie zmian . . . . .	107
Testowanie hałasem . . . . .	108
Dalsze modyfikacje . . . . .	109
Czy można to zrobić za pomocą mikrokontrolera? . . . . .	110
Co dalej? . . . . .	110
<b>Eksperyment 15. Wszystko jest takie logiczne! . . . . .</b>	<b>111</b>
Eksperyment 15. — testowanie telepatii . . . . .	111
Kontekst: postrzeganie pozazmysłowe . . . . .	111
Przygotowania . . . . .	111
Podstawowe wiadomości dotyczące układów logicznych . . . . .	114
Układy logiczne służące do testowania postrzegania pozazmysłowego . . . . .	115
Łączymy obwód . . . . .	116
Ulepszanie projektu . . . . .	117
<b>Eksperyment 16. Ulepszony tester postrzegania pozazmysłowego . . . . .</b>	<b>119</b>
Czy jesteś gotowy? . . . . .	119
Wykrywanie oszustw . . . . .	120
Sygnalizacja porażki . . . . .	120
Konflikty . . . . .	121
Rozwiązujemy problem . . . . .	122
Korzystamy z diagramu . . . . .	122
Optymalizacja . . . . .	124
Budujemy układ . . . . .	126
Szczegóły . . . . .	128
Różnice pomiędzy układami cyfrowymi i analogowymi . . . . .	129
Dalsze ulepszanie obwodu . . . . .	129
Trudniejsze, niż myślałeś? . . . . .	129
Czy można to zrobić za pomocą mikrokontrolera? . . . . .	130
<b>Eksperyment 17. Zagrajmy! . . . . .</b>	<b>131</b>
Kontekst: prawdopodobieństwo . . . . .	131
Kontekst: teoria gier . . . . .	132
Logika . . . . .	132
Dlaczego wygrasz? . . . . .	134
Kto oszukuje? . . . . .	135
Kontekst: matryce bramkowe . . . . .	135

<b>Eksperyment 18. Czas na przełączniki</b> . . . . .	<b>137</b>
Kontekst: układ XNOR zbudowany z włączników . . . . .	138
Wróćmy do gry . . . . .	138
Informowanie o tym, który przycisk został wciśnięty . . . . .	139
Przeciwdziałanie oszukiwaniu w grze . . . . .	141
Sygnalizowanie remisu . . . . .	143
Budowa obwodu . . . . .	144
Wykonanie obwodu chroniącego przed oszukiwaniem . . . . .	147
Wnioski . . . . .	148
<b>Eksperyment 19. Dekodowanie telepatii</b> . . . . .	<b>151</b>
Testowanie dekodera . . . . .	151
Stosowanie kodu binarnego . . . . .	154
Umieszczanie komponentów na płytce . . . . .	156
Konfiguracja złączy dekodera . . . . .	158
<b>Eksperyment 20. Dekodowanie gry papier, kamień, nożyce</b> . . . . .	<b>159</b>
Układ logiczny . . . . .	160
Specyfikacja . . . . .	161
Niedostępna bramka OR . . . . .	161
Bramka NOR . . . . .	162
Montaż komponentów na płytce prototypowej . . . . .	163
Dalsze modyfikacje . . . . .	167
Kodowanie . . . . .	168
<b>Eksperyment 21. Automat do gry Hot Slot</b> . . . . .	<b>169</b>
Multipleksowanie . . . . .	169
Zabawa z przewodami . . . . .	170
Podstawowe wiadomości dotyczące multiplekserów . . . . .	171
Konfiguracja złączy multipleksera . . . . .	172
Zastosowanie multipleksera . . . . .	172
Porównanie analogowych i cyfrowych multiplekserów . . . . .	173
Podstawowe wiadomości na temat różnych typów multiplekserów . . . . .	174
Projekt gry . . . . .	175
Liczenie otworów . . . . .	175
Schemat obwodu . . . . .	176
Budowa otworów na monety . . . . .	179
Testowanie obwodu . . . . .	179
Kto wygrywa? . . . . .	179
Opłacalność . . . . .	180
Dlaczego tak się dzieje? . . . . .	181
Kontekst: alternatywne wersje gry . . . . .	182
A mikrokontroler? . . . . .	183

<b>Eksperyment 22. Układ logiczny generujący sygnał audio</b>	<b>185</b>
Kontekst: theremin	185
Logiczny układ audio	185
Bramka XOR w obwodzie audio	185
Miksowanie	186
<b>Eksperyment 23. Łamigłówka</b>	<b>189</b>
Kontekst: brytyjski król łamigłówek	189
Ruchome żetony	189
Pola gry	190
Stosowanie układów logicznych	191
Gra Owidiusza wykonana na bazie przełączników	192
Dalsze modyfikacje	193
Rozwiązanie zagadki	194
<b>Eksperyment 24. Sumowanie</b>	<b>195</b>
Pięć zasad systemu binarnego	195
Od bitów do stanów	196
Kontekst: alternatywne użycie bramki NAND	199
Twój własny mały sumator	200
Dodanie płytki prototypowej	200
<b>Eksperyment 25. Rozbudowa sumatora</b>	<b>203</b>
Powrót dekodera	203
Przełączniki w obudowie podwójnej dwurzędowej	204
Wprowadzenie koderów	205
Inne cechy koderów	206
Kontekst: potęgi liczb binarnych	206
Kontekst: tworzenie własnego koderów	207
Dalsze modyfikacje: inne sposoby wprowadzania danych	208
Czy możemy zbudować ten układ na bazie przełączników?	208
Dalsze modyfikacje: sumator binarny wykonany na bazie przełączników	208
Tworzenie tabeli	210
Specyfikacja przycisków	210
Dalsze modyfikacje: inne opcje	211
<b>Eksperyment 26. Ruchome pierścienie</b>	<b>213</b>
Demonstracja działania licznika pierścieniowego	213
Uwaga: niekompatybilność układu zegarowego	213
Irytująca kolejność pinów	213
Podstawy dotyczące goldpinów	215
Podstawowe wiadomości na temat liczników pierścieniowych	216
Tworzenie gry	217



Dodatkowe funkcje . . . . .	218
Grywalność . . . . .	220
Dalsze modyfikacje . . . . .	221
A mikrokontroler? . . . . .	222
<b>Eksperyment 27. Przesuwanie bitów . . . . .</b>	<b>223</b>
Żadnych stuków . . . . .	223
Specyfika . . . . .	223
Demonstracja działania rejestru przesuwającego . . . . .	225
Podstawowe wiadomości na temat rejestrów przesuwających . . . . .	226
Konfiguracja złączy . . . . .	227
Kontekst: strumienie bitów . . . . .	227
Współczesne zastosowanie . . . . .	228
<b>Eksperyment 28. Wyrocznia . . . . .</b>	<b>229</b>
Heksagramy . . . . .	229
Wyświetlacz . . . . .	230
Linia ciągła i przerywana . . . . .	230
Liczby . . . . .	231
Próbkowanie losowe . . . . .	232
Wygląd i dotyk . . . . .	234
Szczegóły . . . . .	235
Panele czy diody LED . . . . .	235
Montaż układu wyroczni na płytce prototypowej . . . . .	237
Montaż i testowanie . . . . .	240
Korzystanie z wyroczni . . . . .	241
Obudowa . . . . .	242
<b>Eksperyment 29. Popularne czujniki . . . . .</b>	<b>243</b>
Mały magnetyczny przełącznik . . . . .	243
Testowanie kontaktronu . . . . .	244
Jak to działa? . . . . .	245
Czujnik poziomu . . . . .	245
Wskaźnik paliwa . . . . .	246
Podstawowe wiadomości dotyczące kontaktronów . . . . .	247
Łatwe zastępowanie . . . . .	248
Instalacja kontaktronu . . . . .	248
Kontekst: polaryzacja magnetyczna . . . . .	248
Rodzaje i źródła magnesów . . . . .	249
Kształty magnesów . . . . .	249
Dalsze modyfikacje: prądy wirowe . . . . .	251
Uwaga: zagrożenia magnetyczne . . . . .	252

<b>Eksperyment 30. Ukryte czujniki</b> . . . . .	<b>253</b>
Testowanie hallotronu . . . . .	253
Zastosowania . . . . .	255
Podstawowe wiadomości dotyczące hallotronów . . . . .	256
Typy hallotronów . . . . .	256
Zastosowanie czujników . . . . .	257
Dalsze modyfikacje: miniaturowa gra w kulki . . . . .	258
Wyginanie rurek . . . . .	259
Elektronika wykrywająca ruch kul . . . . .	260
<b>Eksperyment 31. Optoelektronika</b> . . . . .	<b>261</b>
Aktywne czujniki reagujące na światło . . . . .	261
Uwaga: powolne zużywanie się czujnika . . . . .	263
Liczby . . . . .	263
Testowanie czujnika podczerwieni . . . . .	263
Testowanie diody LED emitującej promieniowanie podczerwone . . . . .	265
Testowanie fototranzystora . . . . .	265
Testowanie układu logicznego . . . . .	266
Opcje . . . . .	266
Podstawy dotyczące transmisyjnych czujników optycznych . . . . .	267
Ulepszone otwory na monety . . . . .	267
Czy projekt zadziała w praktyce? . . . . .	267
Schemat . . . . .	270
Płytki prototypowa . . . . .	271
Obudowa z otworami na monety . . . . .	272
<b>Eksperyment 32. Ulepszanie gry Owidiusza</b> . . . . .	<b>277</b>
Zastosowanie układów logicznych . . . . .	277
Przełączanie . . . . .	278
Problemy związane z polem magnetycznym . . . . .	279
Dalsze modyfikacje: zastosowanie mikrokontrolera . . . . .	280
<b>Eksperyment 33. Odczytywanie obrotów</b> . . . . .	<b>283</b>
Czym jest enkoder przyrostowy? . . . . .	283
Specyfikacja . . . . .	283
Ciąg impulsów . . . . .	284
Uwaga: miernie wykonane egzemplarze . . . . .	284
Wewnątrz enkodera . . . . .	285
Zastosowanie enkoderów . . . . .	285
To może być przypadkowe . . . . .	286
Obrotowa decyzja . . . . .	287
Obrotowe uniki . . . . .	288
Prawdziwe losowanie . . . . .	290

<b>Eksperyment 34. Czujniki warunków środowiskowych</b> . . . . .	<b>291</b>
Układ zegarowy sterujący pracą innego układu zegarowego . . . . .	291
Sterowanie temperaturą . . . . .	292
Czynniki losowe . . . . .	293
Automatyzacja obwodu losującego . . . . .	293
Kontekst: zmniejszanie zakresu pracy licznika . . . . .	294
Regulacja szybkości . . . . .	295
Podstawowe wiadomości dotyczące termistorów . . . . .	296
Jeszcze bardziej losowa praca termistora . . . . .	296
Czujnik wilgotności . . . . .	297
Sterowanie za pomocą wilgotności . . . . .	297
Przyspieszeniomierz . . . . .	297
Czujnik dotykowy . . . . .	298
Kwestie empiryczne . . . . .	299
Jak losowa jest przypadkowość? . . . . .	299
<b>Eksperyment 35. Rejestr przesuwający z liniowym sprzężeniem zwrotnym</b> . . . . .	<b>301</b>
Zapoznajemy się z rejestrem przesuwającym z liniowym sprzężeniem zwrotnym . . . . .	301
Podstawowe wiadomości na temat LFSR . . . . .	304
Przesuwanie rejestru widziane z bliska . . . . .	304
Problem z zerami . . . . .	304
Potrzeba niepowtarzalności . . . . .	305
Uwaga: specyficzność bramki XNOR . . . . .	308
Przeprowadzenie testu . . . . .	308
Jedynki i zera . . . . .	310
Problem rozkładu . . . . .	311
Pomijanie liczby 254 . . . . .	311
Dzielenie sygnału wejściowego zegara . . . . .	312
Jakieś inne opcje? . . . . .	313
Ziarno . . . . .	313
Dalsze modyfikacje: inne gry i inne liczby . . . . .	313
Dalsze modyfikacje: przypadkowość i mikrokontrolery . . . . .	316
<b>Eksperyment 36. Urządzenie do testowania postrzegania pozamysłowego jednej osoby</b> . . . . .	<b>317</b>
Ostatnie schematy logiczne . . . . .	317
Przyjrzyjmy się drugiej części obwodu . . . . .	318
Wejścia obwodów logicznych . . . . .	319
Sygnał gotowości . . . . .	320
Rozpoczynanie generowania sekwencji od liczby losowej . . . . .	320
Dwie kolejne bramki XOR . . . . .	320

Wszystko zależy od układów zegarowych . . . . .	321
Liczenie każdej próby . . . . .	323
Schemat wykonawczy drugiej części obwodu . . . . .	324
Testowanie testera . . . . .	326
Jak nieprawdopodobne jest postrzeganie pozazmysłowe? . . . . .	326
Możliwości trójkąta . . . . .	328
Prawdopodobieństwo według Johna Walkera . . . . .	328

## **Rozdział 37. Czy to już koniec? . . . . .** **331**

<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>333</b>
<b>Kupowanie komponentów . . . . .</b>	<b>335</b>
<b>Skorowidz . . . . .</b>	<b>363</b>

# Eksperyment 7.

## Automatyczny sterownik lampy

# 7

Pracując nad tym eksperymentem, zastosujesz w praktyce wiedzę dotyczącą tranzystorów, fototranzystorów, układu zegarowego 555 i komparatorów, którą zdobyłeś podczas lektury poprzednich rozdziałów. Tak, nauka tych podstawowych wiadomości miała swój cel. Teraz jesteś w stanie zbudować gadżet, który może mieć swoje praktyczne zastosowanie. Dodatkową atrakcją będzie demontaż cyfrowego budzika i nadanie mu nowej funkcji.

Nieco zmodyfikowaną wersję tego projektu przedstawiłem wcześniej na łamach magazynu „Make”. Niestety dysponowałem tam ograniczoną przestrzenią i nie mogłem zamieścić wszystkich wyjaśnień. Nowa wersja instrukcji montażu tego gadżetu zawiera kilka usprawnień — jest łatwiejsza do zrozumienia i układ został przystosowany do pracy z szerszym wachlarzem zegarów.

Cel projektu jest jasny: chcemy stworzyć urządzenie, które będzie zapalało i gasiło lampkę w Twoim mieszkaniu pod Twoją nieobecność. Oczywiście możesz kupić gotowe urządzenia symulujące obecność domownika w budynku, ale moim zdaniem nie działają one tak, jak powinny. W miejscu, gdzie mieszkam, słońce zachodzi latem dwie godziny później niż zimą i korzystanie z urządzenia zbudowanego na bazie zegara wymagałoby przestawiania go kilka razy w roku.

Lampa powinna być włączana w wyniku wykrycia przez fototranzystor mniejszej ilości światła (zachodu słońca). W tym celu będziesz musiał połączyć ten komponent z komparatorem. Gotowy gadżet wyłączyłby lampę po upływie określonego czasu.

W rzeczywistości ludzie są przyzwyczajeni do chodzenia spać o określonej porze. Nie wyłączają lampy później z powodu późniejszego zachodu słońca. Aby efekt wydawał się realistyczny, światło powinno być wyłączone codziennie o tej samej porze.

Moim zdaniem sterownik lampy powinien charakteryzować się następującą specyfikacją: światłomierz powinien włączać lampę, a ta następnie powinna być wyłączona przez układ zegarowy. Czy kupisz gdzieś takie gotowe urządzenie? Wydaje mi się, że nie. Dlatego stworzyłem sterownik lampy oparty na fototranzystorze i układzie zegarowym.

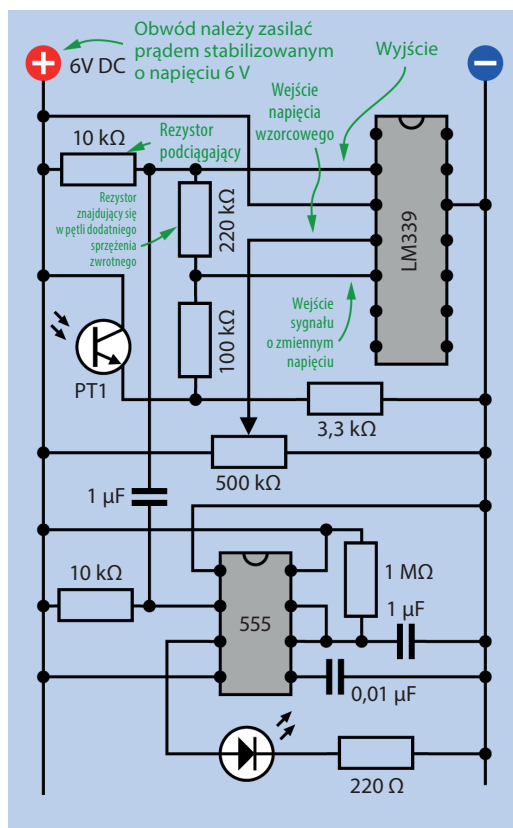
### Uwaga: unikaj niebezpiecznego napięcia

Przedstawiony obwód może zasilać żarówkę o mocy 60 W prądem sieciowym. Jeżeli chcesz sterować pracą takiej lampy, to nie będę Cię przed tym powstrzymywał, ale uważam, że bezpieczniej jest sterować pracą oświetlenia diodowego lub halogenowego zasilanego prądem o napięciu 12 V. W gniazdka domowej instalacji elektrycznej płynie prąd przemienny o napięciu 230 V, który jest naprawdę niebezpieczny. Jeżeli nie jesteś osobą dorosłą, to zapytaj swoich rodziców o pozwolenie na pracę z prądem o tak dużym napięciu. Jednakże niezależnie od wieku zawsze możesz popełnić błąd, a popełnienie błędu podczas pracy z obwodem, w którym płynie prąd o napięciu niższym od napięcia sieci energetycznej, nie jest już tak bardzo niebezpieczne dla Twojego życia lub zdrowia.

Jeżeli chcesz sterować pracą oświetlenia zasilanego bezpośrednio z domowej instalacji elektrycznej, to warto w obwodzie zastosować specjalny przekaźnik, który jest przystosowany do tego celu. Poszukaj w sklepie z artykułami elektronicznymi modułu wyposażonego w wewnętrzny optoizolator, który może być sterowany prądem stałym o napięciu znajdującym się w zakresie od 3 V do 12 V. Optoizolator zadba o to, aby prąd o wysokim napięciu nie tknął ani płytki Twojego obwodu, ani Ciebie. Taki specjalny moduł przekaźnika może być wyzwalany prądem stałym o napięciu 6 V, który jest stosowany do zasilania obwodu. Oczywiście taki moduł chroniący Cię przed wysokim napięciem podwyższy koszt wykonania projektu.

## Podstawy obwodu

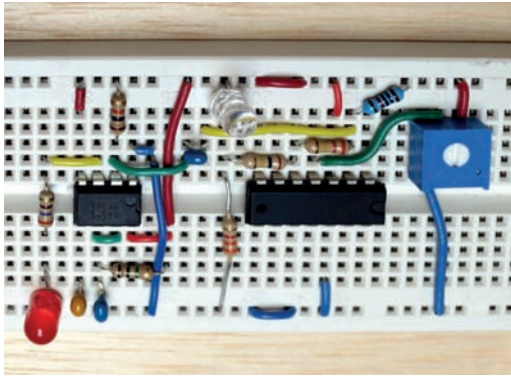
Na rysunku 7.1 znajduje się schemat obwodu. Dzięki niemu zapoznasz się z częścią komponentów, z których będziemy korzystać. Górna część tego obwodu bardzo przypomina obwód komparatora przedstawiony na rysunku 6.3 w rozdziale 6. Największą różnicą jest to, że obwód przedstawiony w tym rozdziale nie zawiera diody LED podłączonej do wyjścia układu LM339. Ponadto zastosowano rezystor podciągający (znajdujący się po lewej stronie wspomnianego układu) charakteryzujący się opornością 10 k $\Omega$  (wcześniej było to 470  $\Omega$ ). Dodatkowo potencjometr 500 k $\Omega$  zapewniający regulację sprzężenia zwrotnego został zastąpiony rezystorem charakteryzującym się stałym oporem elektrycznym o wartości 220 k $\Omega$ . Taka rezystancja zapewnia właściwy dla tego obwodu zakres histerezy.



**Rysunek 7.1.** Fototranzystor i komparator (komponenty omówione w poprzednim rozdziale) sterujące pracą układu zegarowego 555, który emituje impulsy trwające jedną sekundę; obwód jest zasilany prądem stałym o napięciu 6 V

Po wykonaniu tych modyfikacji w zbudowanym wcześniej obwodzie będziesz mógł przystąpić do dodania do niego pozostałych komponentów. Na rysunku 7.2 przedstawiono gotową płytkę z obwodem.





**Rysunek 7.2.** Pierwsza część obwodu automatycznego sterownika lampy

- Teraz mamy do czynienia z obwodem zasilanym prądem stałym o napięciu 6 V. Do tego obwodu będzie podłączany przekaźnik (o wspólnym przewodzie masowym cewek) sterowany tranzystorem, który musi działać w trybie wspólnego kolektora — wiąże się z tym duży spadek napięcia. Napięcie prądu zasilającego (6 V) będzie kompensowało ten spadek.

Musisz zastąpić układ LM7805 znajdujący się w zasilaczu układem LM7806. Jest to proste zadanie. Oba układy posiadają taką samą konfigurację złączy. Na schemacie nie umieściłem obwodu zasilacza, ponieważ jego budowa jest bardzo prosta.

Po lewej stronie schematu znajduje się przewód połączony ze stykiem numer 2 układu LM339 za pośrednictwem kondensatora 1  $\mu$ F. Biegnie on do złącza wyzwalającego układ zegarowy 555. Układ ten posiada własny rezystor podciągający 10 k $\Omega$  podłączony tak, aby dostarczać dodatnie napięcie — zwykle na wyjściu układu podawany jest sygnał niski. Pamiętaj:

- Układ zegarowy 555, pracując w trybie monostabilnym, generuje niski sygnał wyjściowy, dopóki na złącze wyzwalające podawane jest napięcie (sygnał wysoki).

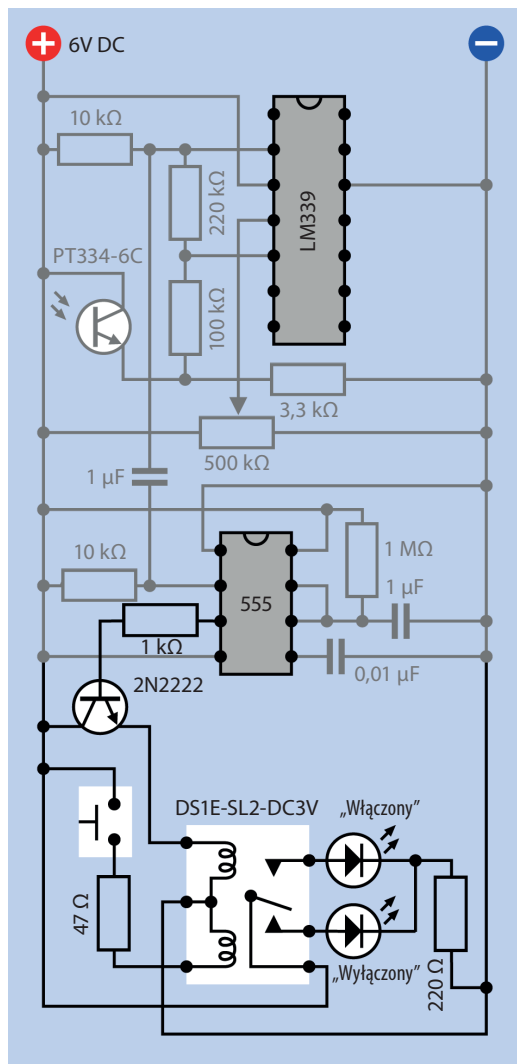
- Jeżeli na złączu wyzwalającym pojawi się sygnał niski, to układ wygeneruje na wyjściu sygnał wysoki. Będzie on generowany przez czas zależny od rezystancji i pojemności podłączonych do niego komponentów.

Fototranzystor na powodować zmianę sygnału generowanego przez układ LM339, gdy robi się ciemno, układ ten ma za zadanie aktywować układ zegarowy 555, a ten ma za zadanie wytworzyć impuls trwający około sekundy. To z kolei ma aktywować przekaźnik blokujący (jeszcze nie ujęty na schemacie), który wyłączy lampę. Na razie do wyjścia układu zegarowego podłączyliśmy diodę, która informuje nas o tym, czy układ działa.

Podłącz zasilanie i odczekaj chwilę, aż układ zegarowy zacznie działać. Oświetl fototranzystor jasnym światłem, a następnie oddalaj je od układu (możesz również przystąpić źródło światła dłońią) — symuluj zmniejszanie się ilości światła w pomieszczeniu podczas zachodu słońca. Powinieneś zaobserwować, jak dioda LED zapala się na jedną sekundę. Wyreguluj czułość fototranzystora za pomocą potencjometru dostrojczego i powtórz opisaną czynność. Zanim wykonasz kolejne kroki, upewnij się, że układ działa poprawnie.

## Krok drugi

Kolejny etap pracy nad projektem pokazano na rysunku 7.3. Sygnał wychodzący z układu zegarowego przepływa przez rezystor 1 k $\Omega$  i wpływa do bazy tranzystora, który steruje pracą jednej z cewek przekaźnika blokującego przeznaczonego do pracy w obwodach prądu stałego o napięciu 3 V. Druga z cewek przekaźnika jest aktywowana za pomocą przełącznika. W celu ochrony przekaźnika przed zbyt dużym napięciem zasilającym obwód zastosowano rezystor 47  $\Omega$ . Przycisk ten zostanie końcowo usunięty z obwodu, ale przyda się na obecnym etapie prac. Ponadto do obwodu dodano diody LED, które służą do monitorowania pracy przekaźnika.



**Rysunek 7.3.** Do poprzedniego schematu dodano przekaźnik

Z lektury książki *Elektronika. Od praktyki do teorii* możesz pamiętać, że przekaźnik blokujący „blokuje się” w każdym z dwóch położen, nie pobierając w tym celu prądu. Przekaźnik tego typu wymaga jedynie dostarczenia krótkiego impulsu w celu przetłoczenia go pomiędzy położeniami. Jest to komponent idealny do obwodu, który ma coś (w tym wypadku lampę) włączyć na dłuższy czas, a zależy nam na tym, żeby przekaźnik nie pobierał prądu.

Może Cię zastanawiać, po co zastosowałem tranzystor pomiędzy przekaźnikiem a wyjściem układu

zegarowego 555. Czy układ zegarowy oparty na tranzystorze bipolarnym nie jest w stanie dostarczyć prądu wystarczającego do sterowania pracą przekaźnika? Teoretycznie tak, ale sterowanie przekaźnikiem za pomocą komponentu generującego relatywnie małą moc może doprowadzić do nieprawidłowego działania układu zegarowego. Co prawda nie znajdziesz informacji o tym w nocie katalogowej tego komponentu, ale w praktyce spotkałem się z takimi sytuacjami.

## Testowanie obwodu

W celu sprawdzenia działania obwodu wykonaj poniższe czynności.

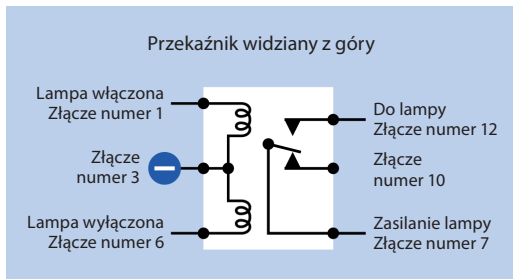
- Wciśnij przycisk — dolna dioda LED znajdująca się obok przekaźnika powinna zostać zapalona. W końcowej wersji projektu przekaźnik ustawiony w tej pozycji będzie wyłączał podłączoną do niego lampę.
- Zwolnij wciśnięty przycisk i stopniowo zmniejszaj ilość światła padającego na fototranzystor — symuluj zachód słońca.
- W końcu przekaźnik powinien zostać przełączony — zapali się górna dioda LED znajdująca się obok niego. W końcowej wersji projektu dioda LED zostanie zastąpiona lampą włączaną o zachodzie słońca.
- Ponownie wciśnij przycisk. W końcowej wersji projektu zostanie on zastąpiony zegarem wyłączającym lampę o określonej godzinie.
- Zwiększ ilość światła padającego na fototranzystor — symuluj poranek. W obwodzie nie powinny na skutek tego nastąpić żadne zmiany.
- Przyciemnij ponownie światło — cykl pracy obwodu powinien rozpocząć się od początku.

## Szczegóły budowy przekaźnika

W obwodzie zastosowałem przekaźnik Panasonic DS1E-SL2-DC3V, którego cewki powinny pracować w obwodzie prądu stałego o napięciu 3 V. Tranzystor dostarcza prąd o napięciu około 4 V. Tak niskie

napięcie może powodować problemy z pracą przełącznika przeznaczonego do pracy pod napięciem 5 V. Zgodnie z notą katalogową zastosowanego przełącznika przez jego cewki może płynąć prąd o maksymalnym napięciu 4,8 V, a więc sprawdzi się on znakomicie w naszym obwodzie.

Na rysunku 7.3 pokazano złącza przełącznika widziane od góry (właśnie w takiej pozycji będzie on używany). Jeżeli nie jesteś pewien funkcji któregoś ze złączy przełącznika, przyjrzyj się rysunkowi 7.4. Numeracja złączy na obrazku koresponduje z oznaczeniami znajdującymi się na spodniej ściance komponentu. Czy zastanawia Cię, dlaczego numeracja złączy przełącznika nie jest ciągła (nie są one oznaczone kolejnymi numerami od 1 do 6)? Firma Panasonic chciała, żeby oznaczenia numeryczne były tożsame we wszystkich jej przełącznikach, a niektóre z nich miały nawet 12 złączy.



**Rysunek 7.4.** Złącza przełącznika Panasonic DS1E-SL2-DC3V widzianego z góry; jeżeli korzystasz z innego przełącznika, to z pewnością będzie on charakteryzował się inną konfiguracją złączy

Jeżeli będziesz stosował inny przełącznik, to w celu zorientowania się w konfiguracji jego złączy zajrzyj do noty katalogowej. Nie istnieje jedna standardowa konfiguracja złączy przełączników. Pamiętaj o tym, że musisz korzystać z przełącznika blokującego się w dwóch pozycjach, o cewkach, które są przeznaczone do pracy w obwodach prądu stałego o napięciu 3 V. Przełącznik powinien być w stanie zasilac lampę prądem o natężeniu 2 A.

Pamiętaj, że nie możesz zmienić kierunku prądu płynącego przez cewki przełącznika. Jeżeli do złącza masy podłączysz prąd o dodatnim potencjale, przełącznik nie będzie działał.

## Przekazywanie energii za pomocą kondensatora

Ważnym elementem tego obwodu jest kondensator 1  $\mu\text{F}$  znajdujący się pomiędzy wyjściem komparatora a złączem wyzwalającym układ zegarowy 555. Pamiętaj, że kondensator ogranicza przepływ prądu stałego, ale podczas zmian napięcia generuje impulsy.

Obwód zawierający kondensator działa w następujący sposób:

- Oświetlenie fototranzystora jasnym światłem powoduje dostarczenie sygnału o wysokim stanie do komparatora.
- Wysoki sygnał na złączu wejściowym komparatora powoduje podanie wysokiego sygnału na jego wyjściu — ładunek dodatni gromadzi się na jednej okładzinie kondensatora.
- Do układu zegarowego 555 kierowany jest wysoki sygnał wejściowy — podtrzymywany przez rezystor podciągający 10  $\text{k}\Omega$ .
- Przełącznik znajduje się w pozycji „lampa wyłączona”.
- Nic się nie dzieje.

Gdy światło padające na fototranzystor przygasa:

- Napięcie generowane przez fototranzystor obniża się i staje się niższe od napięcia wzorcowego dostarczanego do komparatora.
- Na wyjściu komparatora podawany jest niski sygnał.
- Energia zgromadzona w kondensatorze jest przekazywana dalej do układu zegarowego, rezystor podciągający 10  $\text{k}\Omega$  jest chwilowo „przygniatany” tym ładunkiem.
- Układ zegarowy, reagując na ten sygnał, generuje impuls, który przetacza przełącznik. Przełącznik zostaje przestawiony w pozycję „lampa włączona”.
- Rozładowany kondensator blokuje przepływ prądu stałego w obwodzie.

Upewnij się, że wykonany przez Ciebie obwód działa. Lampa jest przełączana przez fotony (które są cząsteczkami światła), a także przełącznik, który zostanie zastąpiony zegarem.

## Demontaż zegara

Gdybyś chciał samodzielnie zbudować moduł zegara, to zapewne kupiłbyś odpowiedni układ scalony, wyświetlacz numeryczny i kilka przycisków pozwalających na ustawienie zegara. Takie rozwiązanie wydaje się dla mnie dość skomplikowane i drogie. Możesz również zastosować mikrokontroler wyposażony w zewnętrzny rezonator kwarcowy, ale takie rozwiązanie nadal wymagałoby zastosowania wyświetlacza. Ponadto konfiguracja mikrokontrolera byłaby moim zdaniem zbyt skomplikowana.

W każdym większym hipermarkecie za około 25 zł kupisz budzik posiadający cyfrowy wyświetlacz zasilany za pomocą baterii.

Czy możesz zastosować taki budzik w tym projekcie? Uważam, że tak.

Znajdź zegarek, który jest zasilany *dwoma* ogniwami alkalicznymi o napięciu 1,5 V. Uważaj! Niektóre budziki są zasilane za pomocą jednej baterii. Taki zegarek nie sprawdzi się w naszym obwodzie. Większość zegarków przeznaczonych dla podróżnych jest zasilana z jednego ogniwa. Przed zakupem uważnie przeczytaj opis produktu znajdujący się na opakowaniu!

## Uwaga: nie korzystaj z zegarków zasilanych prądem przemiennym

Proszę Cię, *nie próbuj* modyfikować na potrzeby tego projektu zegarka zasilanego z gniazda sieciowego. Prawdopodobnie wewnątrz prąd przemienny o napięciu 230 V jest przetwarzany na znacznie niższe napięcie, ale istnieje duże prawdopodobieństwo, że popełnisz błąd i połączysz coś z obwodem wysokiego napięcia.

## Zaglądając do środka zegarka

Niezależnie, jaki model zegarka kupisz i przez jaką firmę został on wyprodukowany, ważne jest, aby był zasilany prądem o napięciu 3 V pochodzącym z baterii. Każdy zegarek elektroniczny posiada obwód włączający brzęczyk, a właśnie takiego obwodu potrzebujemy w naszym projekcie.

Pracę z zegarkiem zacznij od rozkręcenia jego plastikowej obudowy. Czarny zegarek widoczny na rysunku 7.5 posiada cztery śruby znajdujące się w otworach wykonanych w podstawie — zaznaczono je kółkami. Trzy śruby znajdują się dość głęboko. Obudowa zegarka przedstawionego na rysunku 7.6 jest złożona za pomocą tylko jednej śruby — ukryto ją w komorze baterii. Na rysunku widać, jak jest odkręcana za pomocą miniaturowego śrubokręta firmy Philips. Prawdopodobnie taki śrubokręt przyda się również Tobie. Śrubokręty tego typu są sprzedawane w zestawach, które kupisz w każdym sklepie z artykułami budowlanymi za około 25 zł.



**Rysunek 7.5.** W celu otwarcia obudowy zegara należy odkręcić wszystkie cztery śruby oznaczone kółkami

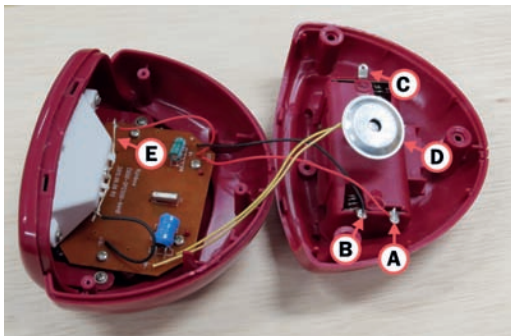




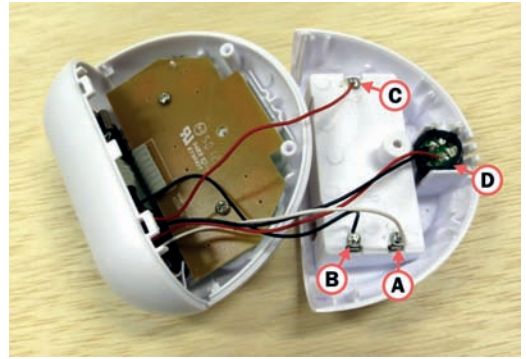
**Rysunek 7.6.** Obudowa tego zegarka jest skręcona za pomocą tylko jednej śruby ukrytej w zasobniku na baterie

## Napięcie, pod jakim pracuje zegarek

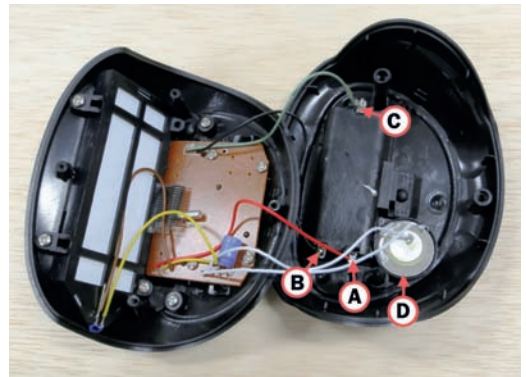
Pierwszą rzeczą, jaką należy zrobić po otwarciu obudowy zegarka, jest sprawdzenie polaryzacji zasilania. Włóż baterie do zasobnika i przyjrzyj się spodniej stronie mechanizmu zegarka. Na rysunkach 7.7, 7.8 i 7.9 przedstawiono trzy różne zegarki. Na każdej z fotografii na złączach oznaczonych literą A pojawił się potencjał  $+3\text{ V}$ , a na tych oznaczonych literą B pojawił się potencjał  $0\text{ V}$ . Sprawdź napięcia na złączach znajdujących się wewnątrz Twojego zegarka.



**Rysunek 7.7.** Prąd zasilający o napięciu  $3\text{ V}$  jest dostarczany do zegarka za pośrednictwem złączy A i B; nic nie podłączono do złącza C; strzałka D wskazuje na brzęczyk, a strzałka E wskazuje na złącze diody LED podświetlającej wyświetlacz, gdy alarm zostanie uruchomiony



**Rysunek 7.8.** Przez złącza A i B doprowadzany jest prąd o napięciu  $3\text{ V}$ , przez złącze C do układu scalonego zegara doprowadzany jest prąd o napięciu  $1,5\text{ V}$ ; strzałka D wskazuje na brzęczyk

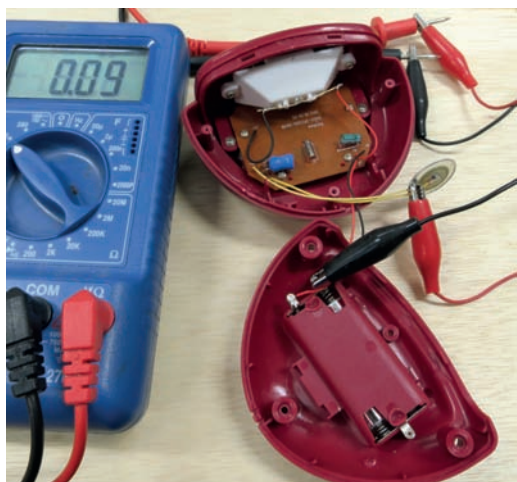


**Rysunek 7.9.** Przez złącza A i B doprowadzany jest prąd o napięciu  $3\text{ V}$ , przez złącze C do układu scalonego zegara doprowadzany jest prąd o napięciu  $1,5\text{ V}$ ; strzałka D wskazuje na brzęczyk

Na wszystkich trzech fotografiach widoczne jest złącze oznaczone literą C — wypływa za jego pośrednictwem prąd stały o napięciu  $1,5\text{ V}$  z blaszki zwierającej bieguny kolejnych ogniw połączonych szeregowo w zasobniku. Nie wszystkie zegarki korzystają z takiego złącza. W niektórych modelach jest ono używane do zasilania układów scalonych przeznaczonych do pracy pod niskim napięciem. Nie robi to nam żadnej różnicy. Potrzebujemy zegarka, który aktywuje brzęczyk alarmowy prądem stałym o napięciu  $3\text{ V}$ .

Brzęczyk na każdym z rysunków oznaczono literą D. Czerwony zegarek widoczny na rysunku 7.7 posiada dodatkowy przewód zasilający diodę LED.

Teraz musisz sprawdzić, co tak naprawdę dzieje się w obwodzie zegarka, gdy ten aktywuje sygnał alarmowy. Włóż ogniwa do zasobnika i przyłóż czarną sondę miernika do złącza oznaczonego na rysunkach literą B — ujemnego złącza zasilającego. Zadanie to możesz sobie ułatwić, korzystając z przewodu połączeniowego obustronnie zakończonych zaciskami typu krokodyl. Jeden zacisk załóż na złącze zegara, a drugi na czarną sondę miernika. Podczas dalszej procedury będziesz mieć dwie ręce wolne. Układ przeznaczony do testowania działania brzęczyka przedstawiono na rysunku 7.10.



**Rysunek 7.10.** Pomiar napięcia na brzęczyku znajdującym się wewnątrz zegarka; korzystam z przewodów połączeniowych zakończonych zaciskami typu krokodyl, dzięki czemu mam obie ręce wolne podczas tej operacji; brzęczyk jest okrągłym elementem, do którego podłączono czerwony zacisk

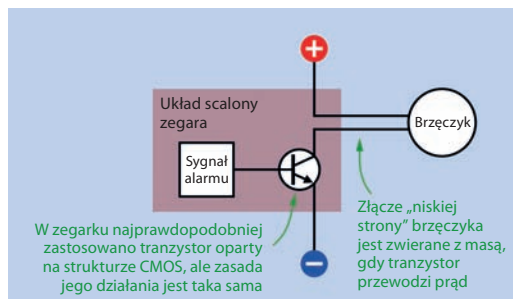
Dotknij czerwoną sondą miernika do złącza A — sprawdź, czy do obwodu dochodzi prąd o napięciu przynajmniej 3 V. Teraz podłącz czerwoną sondę do jednego ze złączy lutowniczych znajdujących się na tylnej ścianie brzęczyka. Najprawdopodobniej tam również będzie płynął prąd o napięciu 3 V. Zmierz napięcie na pozostałych złączach brzęczyka. Miernik powinien wskazywać to samo napięcie również tam. Brzęczyk nie wydaje dźwięku, ponieważ na wszystkich jego złączach znajduje się ten sam dodatni potencjał, a więc pomiędzy złączami brzęczyka nie ma żadnej różnicy potencjałów!

Ustaw budzik tak, aby alarm włączył się za minutę (upewnij się, że włączyłeś go za pomocą specjalnego przełącznika). Czarna sonda miernika musi pozostać podłączona do zasobnika baterii. Gdy włączy się alarm za pomocą drugiej sondy, zmierz napięcie na złączach brzęczyka. Załóż się, że na jednym z jego złączy będzie niestabilne, zmieniające się napięcie, a na pozostałych złączach Twój miernik dalej będzie wskazywał napięcie 3 V. Tę stronę brzęczyka, po której znajduje się złącze o zmiennym napięciu, nazwijmy „stroną niską”.

Przełącz miernik w tryb pomiaru napięcia prądu przemiennego i zmierz ponownie napięcie po niskiej stronie działającego brzęczyka. Najprawdopodobniej w wyniku pomiaru uzyskasz napięcie niższe od 3 V, ale wyższe od 1 V. Jego zmiany będą znajdowały się w węższym zakresie niż zmiany napięcia mierzonego w trybie przeznaczonym do pomiaru prądu stałego.

## Jak to dzwoni?

Jak to działa? Coś musi naprzemiennie włączać i wyłączać brzęczyk. Tym czymś jest tranzystor znajdujący się wewnątrz zegarka. We wszystkich zegarkach, z którymi miałem do czynienia, tranzystor był podłączony do niskiej strony brzęczyka (podobnie jak wyjście otwartego kolektora do komparatora). Tranzystor, dostarczając prąd do brzęczyka, sprawia, że z komponentu tego wydobywa się piszczący dźwięk. Koncepcję tę przedstawiono graficznie na rysunku 7.11.



**Rysunek 7.11.** Typowy obwód brzęczyka w budziku; w rzeczywistości układ ten może korzystać z tranzystora wykonanego w technologii CMOS, ale zasada jego działania pozostaje niezmienną



Nie możesz zobaczyć samego tranzystora, ponieważ wchodzi on w skład głównego układu scalonego, na którym opiera się obwód zegarka. W praktyce w większości przypadków będzie to tranzystor wykonany w technice CMOS, rzadziej tranzystor bipolarny widoczny na rysunku 7.11. Oba tranzystory pełnią tę samą funkcję. Tranzystor ten będę nazywał po prostu „tranzystorem brzęczyka”.

Gdy brzęczyk nie wydaje z siebie żadnego dźwięku, wspomniany tranzystor blokuje przepływ prądu. Potencjał dochodzący do brzęczyka z baterii nie może znaleźć ujścia. To właśnie dlatego w przeprowadzanych wcześniej pomiarach uzyskiwałeś napięcie 3 V. Na obu złączach brzęczyka znajdował się ten sam potencjał.

Gdy alarm zostaje włączony, tranzystor pozwala na przepływ prądu przez brzęczyk, a także przez sondę przyrządu pomiarowego — dlatego po jednej stronie brzęczyka zaobserwowałeś spadek napięcia. Ale różnica potencjałów nie tylko zmniejszyła się, ona także ulegała fluktuacji. Dlaczego?

Istnieją brzęczyki, które mogą samodzielnie wygenerować dźwięk o określonej częstotliwości po zasileniu ich zwyczajnym prądem stałym. Jednak są one droższe od pasywnych brzęczyków, które działają podobnie do głośników. Tani zegarek będzie zbudowany na bazie taniego brzęczyka. Za generowanie sygnału o częstotliwości dźwięku odpowiedzialny jest układ scalony zegarka. Układ ten musi wygenerować sygnał prądu zmiennego o częstotliwości znajdującej się w granicach od 1 kHz do 2 kHz (to właśnie z tego powodu pomiar napięcia w trybie pomiaru prądu przemiennego dał lepsze rezultaty).

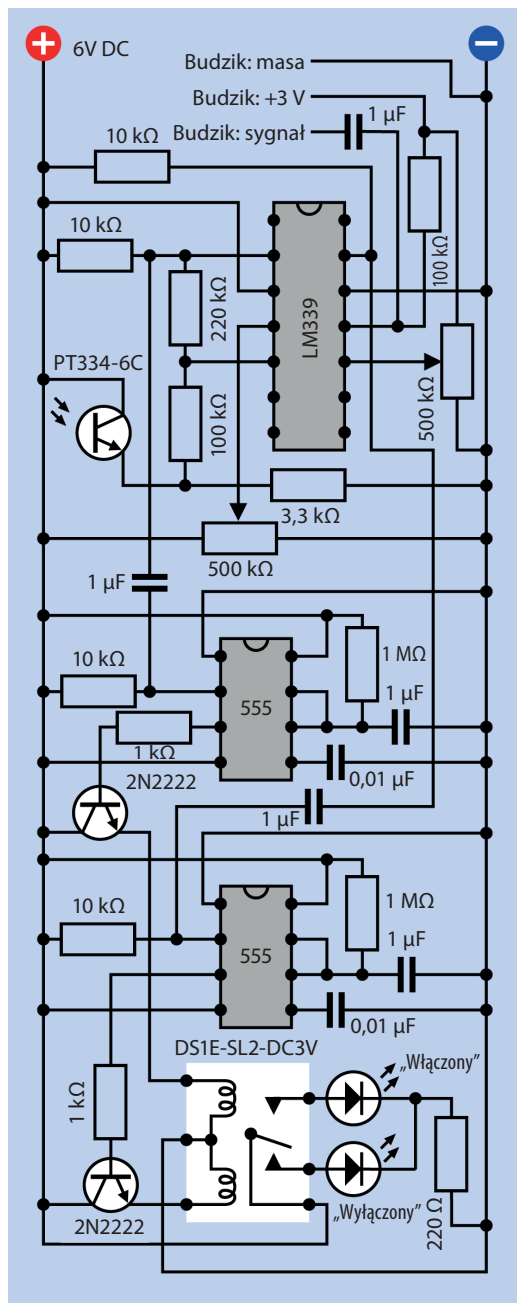
Załóżę się, że napięcie sygnału wahało się w granicach od 0 V do 3 V. Nie mogłeś tego dostrzec na mierniku, ponieważ działa on zbyt wolno.

## Korzystanie z sygnału brzęczyka

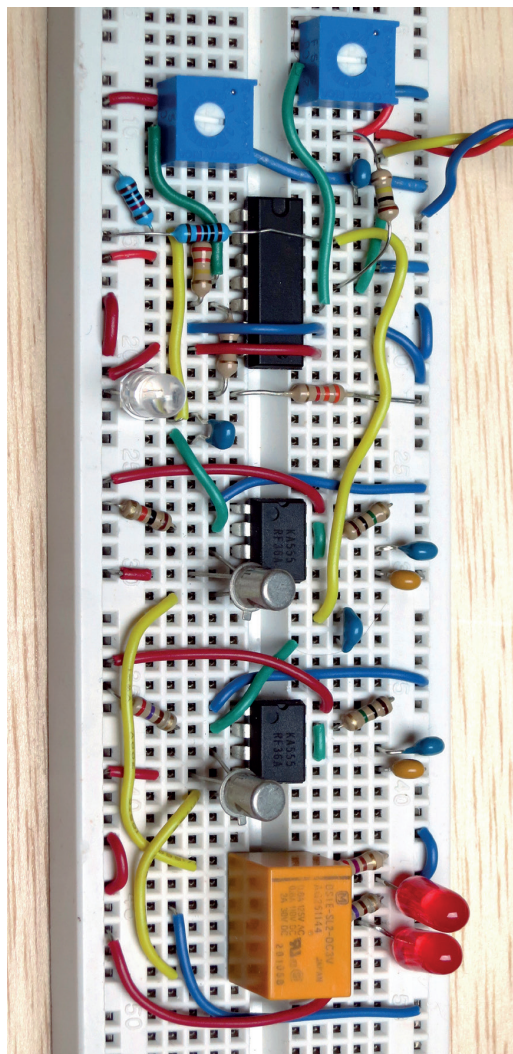
Jak można w praktyce skorzystać z sygnału generowanego dla brzęczyka? Układ LM339 składa się z czterech komparatorów, a dotychczas korzystaliśmy tylko z jednego z nich w celu obsługi fototranzystora. Od tego momentu komparator ten będzie nazywany komparatorem A. Teraz będziemy korzystać z kolejnego komparatora, który nazwiemy komparatorem B. W odpowiedzi na sygnał generowany przez zegarek komparator B będzie sterować pracą kolejnego układu zegarowego 555, który wygeneruje sygnał aktywujący drugą cewkę przekąźnika (tę, która wyłącza lampę).

Musimy rozwiązać jeszcze jeden problem. W obwodzie zegara płynie prąd o napięciu 3 V, a komparator jest zasilany prądem o napięciu 6 V. W związku z tym musimy chronić obwody zegara przed wyższym napięciem. W tym celu możemy skorzystać ze wspomnianej wcześniej cechy komparatora — napięcie, jakim komparator steruje, może być zupełnie inne od napięcia aktywującego komparator.

Przyjrzyj się schematowi przedstawionemu na rysunku 7.12 i gotowej płytce na rysunku 7.13. Trzy etykiety znajdujące się w górnej części schematu to dodatnie i ujemne złącza zasilające zegara, a także niskie złącze brzęczyka. Sygnał z brzęczyka przechodzi za pośrednictwem kondensatora do nieodwracającego wejścia komparatora B (złącza numer 11 układu LM339). Komparator będzie aktywowany prądem o napięciu niższym od 3 V.



**Rysunek 7.12.** Pełny schemat automatycznego sterownika lampy



**Rysunek 7.13.** Ostateczna wersja obwodu automatycznego sterownika lampy wykonana na płytce prototypowej (pominięto układ zasilania oraz budzik; elementy te są konieczne do prawidłowego działania układu); trzy kolorowe przewody wychodzące z płytki po prawej stronie fotografii biegną do budzika

Złącze numer 13 jest wyjściem komparatora B. Przekazuje ono napięcie 6 V (przekazywane przez rezystor 10 kΩ) sterujące pracą drugiego układu zegarowego 555 (zainstalowano go bezpośrednio nad przekaźnikiem). Układ ten steruje pracą drugiej cewki przekaźnika za pośrednictwem tranzystora bipolarnego.

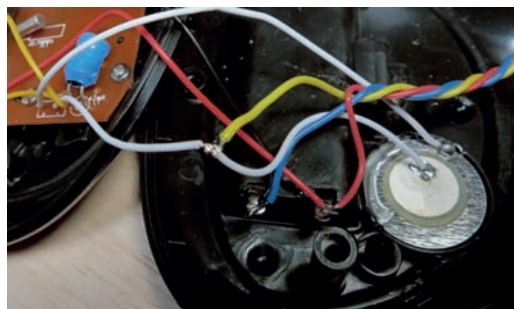
Przy okazji montażu układu LM339 zwróć uwagę na to, że złącze nieodwracające, z którego wcześniej korzystaliśmy, *nie* znajduje się bezpośrednio naprzeciwko wejścia nieodwracającego po drugiej stronie komponentu. Sprawdź konfigurację wyjść układu LM339 przedstawioną na rysunku 6.12 — upewnij się, że podłączasz komponenty do właściwych złączy. Pamiętaj o tym, że wejście oznaczone plusem jest wejściem nieodwracającym.

Aby cały obwód działał poprawnie, wszystkie potencjały w budziku i na płytce muszą być określone względem tego samego potencjału zerowego. Jednakże napięcie +3 V zasilające budzik musi być odseparowane od komponentów znajdujących się na płytce prototypowej (nie dotyczy to oczywiście wejść układu LM339). Jak pisałem wcześniej, napięcie prądu *przepływającego* przez komparator może być inne od napięcia prądu *zasilającego* ten komponent.

Upewnij się, że podłączyłeś przewód do złącza brzęczyka, które znajduje się po jego niskiej stronie. To na tym złączu wykryłeś podczas wcześniejszego eksperymentu fluktuację napięcia.

Przylutowywanie przewodu bezpośrednio do brzęczyka może skończyć się jego uszkodzeniem przez nadmierne nagrzanie jego wewnętrznych komponentów lub może być po prostu problematyczne i prowadzić do dolutowania kabla podłączonego do niego fabrycznie. W związku z tym zjąłem fragment izolacji z fabrycznie przylutowanego przewodu i w tym miejscu dolutowałem swój kabel (zobacz rysunek 7.14).

Tak czy inaczej możesz chcieć odłączyć brzęczyk od budzika; tak naprawdę wydobywający się z niego dźwięk nie wpływa na pracę sterownika lampy. Ale na razie dźwięk brzęczyka informuje nas o działaniu budzika podczas testowania poprawności działania projektu.



**Rysunek 7.14.** Żółty przewód przymocowano do białego przewodu fabrycznie podłączonego do złącza znajdującego się po niskiej stronie brzęczyka; do zasobnika baterii podłączono przewody koloru niebieskiego i czerwonego

## Podłączanie budzika

Poniżej znajduje się instrukcja rozbudowy obwodu. Przed przystąpieniem do pracy wyjmij ogniwa zasilające zegarek z komory baterii. Włóżysz je dopiero, wykonując punkt 6.

1. Połącz ujemny biegun komory baterii zegarka z ujemną szyną zbiorczą na płytce prototypowej.
2. Połącz dodatni biegun komory baterii zegarka z potencjometrem dostrojczym 500 k $\Omega$  dostarczającym napięcie wzorcowe do komparatora B. Przeciwnie skrajne wyprowadzenie tego potencjometru połącz z ujemną szyną zbiorczą płytki prototypowej. Środkowe złącze potencjometru połącz ze stykiem numer 10 układu LM339 — nieodwracającym wejściem komparatora, na które kierowane jest napięcie wzorcowe. Regulator potencjometru dostrojczego ustaw w środkowym położeniu. Połączenia te znajdują się po prawej stronie schematu.
3. Podłącz przewód wychodzący z niskiej strony brzęczyka do kondensatora 1  $\mu$ F znajdującego się na płytce prototypowej. Jest to kolejny przykład kondensatora sprzęgającego. Drugą nóżkę kondensatora podłącz do złącza numer 11 układu LM339 (wejścia nieodwracającego). Kondensator będzie przepuszczał

impulsy generowane przez budzik, a jednocześnie nie będzie pozwalał na przepływ prądu stałego do komparatora.

4. Zamontuj dwa rezystory podciągające do złączy o numerach 11 i 13. Jeden z nich charakteryzuje się oporem  $100\text{ k}\Omega$  i jest zasilany prądem o napięciu  $3\text{ V}$  płynącym w obwodzie budzika (nie jest on zasilany prądem o napięciu  $6\text{ V}$  z płytki prototypowej). Jest to ważny szczegół.
5. Podłącz płytkę prototypową do zasilania i sprawdź uważnie wszystkie napięcia, szczególnie uwagę poświęć przewodom łączącym płytkę z budzikiem. Nie chcesz spalić budzika (zasilanego prądem o napięciu  $3\text{ V}$ ) przebiegiem prądu o napięciu  $6\text{ V}$  z płytki!
6. Włóż ogniwa zasilające do budzika i sprawdź, czy w przewodach łączących budzik z płytką płynie prąd o napięciu  $3\text{ V}$ . Sprawdź, czy ujemny przewód zasilający budzika jest podłączony do ujemnej szyny zasilającej płytkę prototypową.
7. Ustaw budzik tak, aby alarm włączył się za minutę, i poczekaj, aż go usłyszysz. Miernik po przyłożeniu czerwonej probówki do złącza o numerze 13 (komparatora B) powinien wskazywać wahania napięcia.

Może się to wydawać nieco skomplikowanym zadaniem, ale wykonanie działającego obwodu wcale nie jest takie trudne.

Kolejnym krokiem jest dodanie kolejnego układu zegarowego 555. Należy go podłączyć po prawej stronie układu LM339 dokładnie w taki sam sposób, w jaki został podłączony układ zegarowy znajdujący się po lewej stronie.

## Jak to powinno działać?

Gdy alarm budzika nie jest aktywny, przewód podłączony do dodatniego bieguna baterii zasilającej budzik dostarcza prąd stały o napięciu około  $3\text{ V}$  za

pośrednictwem rezystora podciągającego  $100\text{ k}\Omega$  do nieodwracającego wejścia komparatora B. Impedancja układu LM339 jest na tyle duża, że pobiera on prąd o natężeniu zaledwie kilku mikroamperów. W momencie włączenia alarmu tranzystor znajdujący się wewnątrz budzika generuje sygnał o częstotliwości fali dźwiękowej — seria impulsów dochodzi do nieodwracającego wejścia komparatora. Komparator „zauważa”, że pomiędzy impulsami napięcie sygnału spada poniżej  $1,5\text{ V}$  (względem potencjału wzorcowego wyregulowanego za pomocą potencjometru dostrojczego znajdującego się po prawej stronie układu LM339). W związku z tym komparator uruchomi układ zegarowy 555, który steruje pracą przekaźnika, do którego podłączona jest lampa.

Dla komparatora sygnał o częstotliwości fali dźwiękowej nie zmienia się zbyt szybko. Gdy tylko napięcie spadnie poniżej  $1,5\text{ V}$ , nawet na niewielki ułamek sekundy, komparator pozwoli na przepływ prądu, uruchamiając tym samym układ zegarowy 555. Układ ten, podobnie jak komparator, nie ma problemu z pracą z sygnałami wejściowymi o wysokiej częstotliwości. Na jego wyjściu zostanie wygenerowany jednosekundowy impuls sterujący pracą przekaźnika.

Sygnał alarmu generowany przez budzik będzie powodował uruchamianie układu zegarowego przez komparator. Do przekaźnika będzie wysyłany sygnał, który tak naprawdę nic nie zmienia, bo będzie on już przełączony w pozycję „lampa wyłączona”. Sygnał ten będzie kazał przekaźnikowi wykonać czynność, którą ten wykonał już wcześniej. Budzik wyłączy alarm po mniej więcej minucie. Obwód będzie stabilny przez resztę nocy.

Co stanie się później? Światło o poranku zacznie padać na tranzystor, a komparator A zareaguje zmianą stanu sygnału wyjściowego z niskiego na wysoki. Sygnał o dodatniej polaryzacji zostanie wysłany do układu zegarowego 555. Układ ten zignoruje ten sygnał, bo taki sygnał, dzięki rezystorowi podciągającemu, jest już obecny na jego wejściu.



W czasie dnia sterownik lampy nie podejmuje żadnych działań. Dopiero zachód słońca powoduje obniżenie się napięcia podawanego przez fototranzystor do komparatora A. Wskutek tego przez wyjście komparatora płynie prąd, który jest interpretowany przez pierwszy układ zegarowy 555 jako sygnał niski (prąd ten niweluje działanie rezystora podciągającego 10 k $\Omega$ ). Układ zegarowy uruchamia się i wysyła impuls do przekaźnika włączającego lampę.

Lampa będzie włączona, dopóki nie wyłączy jej budzik. Cykl pracy sterownika rozpoczyna się od początku.

Możesz się zastanawiać — czy to naprawdę działa? Wykonany przeze mnie układ działał (z kilkoma różnymi budzikami) i myślę, że Twój również będzie działał. Nie ma znaczenia, jaki budzik zastosujesz. Musi on być cyfrowym zegarem zasilanym z baterii (nie korzystaj z zegarów wskazówkowych). W każdym cyfrowym budziku musi znajdować się brzęczyk. Napięcie sygnału dostarczanego do brzęczyka (gdy alarm zostanie uruchomiony) musi ulegać fluktuacjom. Jeżeli podłączysz się do przewodów dostarczających ten sygnał za pomocą urządzenia o bardzo wysokiej impedancji (takiego jak komparator), to z obwodu zostanie pobrany prąd o niewielkim natężeniu.

Być może gdzieś na rynku istnieją zegarki, w których sygnał brzęczyka przechodzi ze stanu niskiego do stanu wysokiego, lub takie, w których brzęczyk jest zasilany prądem stałym, który nie ulega szybkim cyklicznym zmianom. Pisałem o tym wcześniej. Ale wszystkie brzęczyki cyfrowych zegarków generują falę akustyczną. Muszą być one zasilane prądem o zmiennym napięciu. Pierwszy spadek tego napięcia uruchomi komparator B.

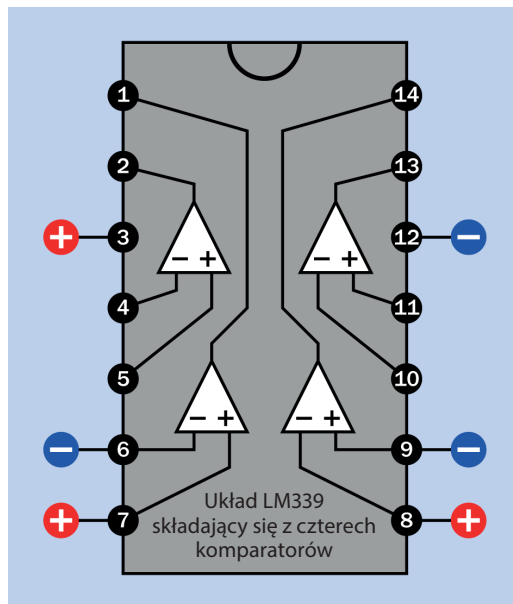
## Testowanie

Aby sprawdzić działanie obwodu, podłącz go do zasilania, zasłoń fototranzystor, wystaw go na działanie jasnego światła, a później zasłoń go ponownie. Przełącznik powinien zostać ustawiony w pozycji „lampa włączona”. Teraz ustaw budzik tak, aby za

minutę włączył się alarm. Gdy usłyszysz dźwięk alarmu, przełącznik powinien zostać przestawiony w pozycję „lampa wyłączona”. Jeżeli ten cykl włączania i wyłączania lampy nie działa, to sprawdź napięcia w każdym z punktów obwodu. Kluczem do sukcesu jest powolna praca, spokój i konsekwencja!

Jeżeli układ działa poprawnie, to możesz odłączyć od niego diody LED, które nie będą Ci już potrzebne.

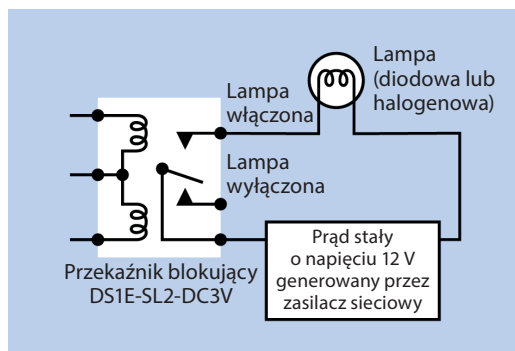
Aby układ pracował bezawaryjnie oraz w celu zmniejszenia pobieranego prądu warto wyłączyć nieużywane komparatory układu LM339. Stany nieużywanych wejść są nieustalone — komparatory, których nie używamy, mogą generować „zakłócenia”. Na rysunku 7.15 pokazano, jak przeciwdziałać temu zjawisku. Do jednego z wejść należy podłączyć sygnał o stanie wysokim, a do drugiego o stanie niskim. Nie ma znaczenia, który sygnał podłączymy do którego wejścia.



Rysunek 7.15. Sposób na wyłączenie dwóch nieużywanych komparatorów układu LM339

## Podłączanie lampy do przełącznika

Odcłóż przewód zasilający przełącznik prądem stałym o napięciu 6 V. Złącze to podłącz do jednego z biegunów źródła zasilającego lampę. Przewód biegnący do lampy podłącz do górnego prawego złącza przełącznika. Drugi z przewodów zasilających lampę powinien być podłączony do drugiego bieguna źródła prądu. Uważaj, żeby nie podłączyć prądu dostarczanego przez źródło zasilające lampę do któregoś z pozostałych komponentów znajdujących się na płytce. Obwód ten przedstawiono na rysunku 7.16.



**Rysunek 7.16.** Po sprawdzeniu działania obwodu można od niego odłączyć diody LED, a w ich miejsce do przełącznika podłączyć lampę

Jak pisałem wcześniej, zalecam Ci korzystanie z lampy zasilanej prądem o napięciu 12 V. Powiniesz znaleźć różne tanie moduły oświetlenia diodowego zasilane prądem o wspomnianym napięciu. Również zakup zasilacza nie powinien być żadnym problemem — zasilacze tego typu są powszechnie stosowane w laptopach. Wpisz w wyszukiwarce Allegro frazę `zasilacz 12 v dc`.

Gdy wykonany przez Ciebie sterownik lampy będzie działał prawidłowo, to musisz ustawić go w odpowiednim miejscu. Najlepiej byłoby go postawić w oknie zwróconym na północ. Fototranzystor nie powinien być oświetlany bezpośrednio promieniami słońca. Nie powinno również na niego padać światło lampy zapalanej przez obwód.

Poczekaj na zachód słońca i wyreguluj lewy potencjometr dostrojczy — komponent ten reguluje napięcie wzorcowe fototranzystora. Podkręcaj śrubę potencjometru dostrojczego aż do zapalenia się lampy, a następnie delikatnie ją cofnij.

## Uwaga: środki ostrożności, jakie należy zachować podczas pracy z prądem przemiennym

Jeżeli chcesz koniecznie sterować pracą lampy zasilanej bezpośrednio z domowego gniazdzka elektrycznego, stosuj się do poniższych zaleceń.

- Wykonaj stałą wersję obwodu — przylutuj wszystkie komponenty do płytki. Nigdy nie podłączaj do prądu sieciowego komponentów zainstalowanych w płytce prototypowej — bardzo łatwo jest podłączyć wyprowadzenia podzespołów do niewłaściwych otworów. Chyba chcesz uniknąć sytuacji, w której jakiś komponent dosłownie wystrzeli Ci prosto w twarz. Ponadto pamiętaj o tym, że przewody wetknięte do płytki prototypowej mają tendencję do obluźowywania się.
- Wszystkie połączenia lutownicze, przez które ma płynąć prąd przemienny o napięciu 230 V, pokryj specjalnym lakierem lub jakąś inną substancją o właściwościach izolujących.
- Przewód biegnący pomiędzy przełącznikiem i gniazdkiem sieciowym powinien zawierać bezpiecznik 1 A.
- Obwód zamknij w obudowie ochronnej. Jeżeli jest ona wykonana z metalu, to doprowadź do niej uziemienie.
- Nie próbuj sterować pracą oświetlenia żarowego o mocy większej od 60 W. Do wykonanego sterownika nie podłączaj świetlówek. Posiadają one układy rozruchowe, które po włączeniu mogą przez krótką chwilę pobierać prąd o bardzo dużym natężeniu — może ono doprowadzić do uszkodzenia styków przełącznika.



## Dalsze modyfikacje

Obwód pobiera prąd o bardzo małym natężeniu. Mój pobierał tylko 11 mA w trybie czuwania (po odłączeniu od układu diod LED). Przełączany przełącznik pobiera prąd o natężeniu 65 mA, ale jest on przełączany tylko dwa razy na dobę. Dlatego sterownik lampy może być tymczasowo zasilany za pomocą baterii. Bateria 9 V wystarczy na około 24 godziny pracy.

Układ powinien być zasilany z zasilacza sieciowego. Jeśli jednak mieszkasz w miejscu, w którym dość często dochodzi do zaników prądu, to przyda Ci się opcja awaryjnego zasilania obwodu za pomocą baterii 9 V.

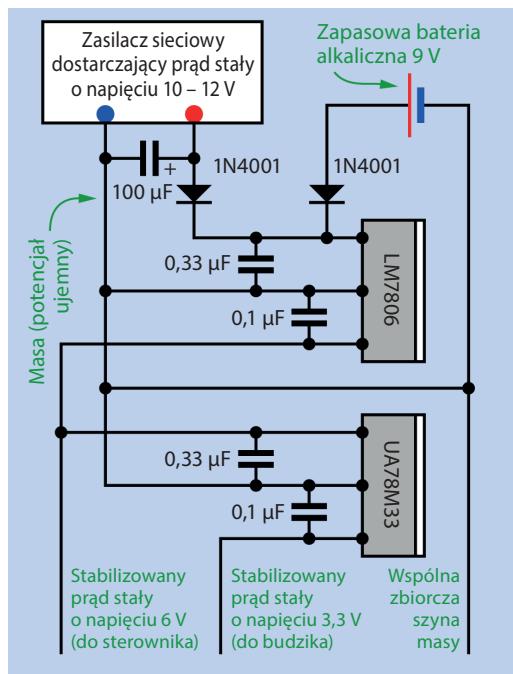
Na rysunku 7.17 zaprezentowano właśnie takie rozwiązanie. Jeżeli do regulatora napięcia 6 V dopływa prąd o napięciu co najmniej 10 V, to prąd nie jest pobierany z baterii 9 V. W ten sposób jedna bateria może wystarczyć na kilka lat pracy układu. Zastosuj baterię alkaliczną, akumulatory nie utrzymują ładunku wystarczająco długo. Wpływaniu do baterii prądu z zasilacza przeciwdziałają diody. Jeżeli zasilacz sieciowy przestanie doprowadzać prąd do obwodu, to będzie on zasilany za pomocą baterii. Druga dioda zastosowana w układzie przeciwdziała stratom energii, które mogłyby powstać na skutek przepływu prądu z baterii do obwodów zasilacza sieciowego.

Jeżeli kupisz zasilacz dostarczający prąd o napięciu 12 V, to możesz zastosować go również do zasilania oświetlenia diodowego lub żarówki halogenowej. W celu wyeliminowania wahań napięcia zasilającego powinieneś pomiędzy zasilaczem a źródłem światła umieścić kondensator o pojemności przynajmniej 100  $\mu\text{F}$ .

Dodając regulator napięcia 3,3 V, możesz pozbyć się konieczności zasilania budzika za pomocą baterii (zobacz rysunek 7.17). Napięcie 3,3 V będzie akceptowane przez obwód budzika. Para nowych ogniw alkalicznych dostarczałaby prąd o prawie takim napięciu. Regulator ten należy połączyć z przewodami

oznaczonymi na schemacie etykietami „Budzik: masa” i „Budzik: +3 V”. Nie odłączaj tych przewodów od budzika. Teraz będą one go zasilac, zamiast pobierać z niego prąd.

Wejście regulatora napięcia 3,3 V możesz podłączyć do wyjścia wykonanego wcześniej zasilacza dostarczającego prąd stały o napięciu 6 V. Pamiętaj o tym, że musisz zachować wspólną zbiorczą szynę masy. Uważaj, żeby nie podłączyć napięcia 3,3 V do zbiorczej szyny +6 V znajdującej się na płytce prototypowej. Pamiętaj o podłączeniu standardowej pary kondensatorów 0,1  $\mu\text{F}$  i 0,33  $\mu\text{F}$ . Mają one za zadanie filtrować ewentualne zakłócenia prądu generowanego na wyjściu regulatora (zobacz rysunek 7.17).



**Rysunek 7.17.** Sterownik lampy można rozbudować o możliwość zasilania go za pomocą zasilacza sieciowego oraz awaryjnie za pomocą baterii 9 V; przedstawiony obwód dodatkowo dostarcza do budzika prąd o napięciu 3,3 V (w ten sposób możemy wyeliminować konieczność stosowania baterii)

## Co dalej?

Wykonałeś dość poważny projekt. Teraz czas zająć się czymś „łżejszym”. Nawet nie wiesz, jak ciekawa może okazać się zabawa mikrofonem elektretowym kosztującym tylko kilka złotych podłączonym do wzmacniacza operacyjnego, który swym działaniem przypomina komparator — jednak w jego przypadku mamy do czynienia z innym rodzajem sprzężenia.

# Skorowidz

## A

Altair 8800, 202  
amplituda, 73

## B

Babbage Charles, 212  
baza, 3, 7  
    prąd, *Patrz:* prąd bazy  
bramka logiczna, 112, 113, 137, 148, 156, 161, 162,  
    185, 186, 197, 199, 209, 295, 308, *Patrz też:* układ  
    logiczny  
    obciążalność wyjściowa, 129  
brzęczyk, 48, 49, 50, 51

## C

chwytak pomiarowy, XXVIII  
czujnik, 243  
    ATS177, 253  
    bipolarny, 253  
    blokujący, 253  
    dotykowy, 298  
    Halla, 257  
    natężenia światła, 261  
    podczerwieni, 19  
        aktywny, 262, 263  
        pasywny, 261  
    poziomu, 245  
    przyspieszenia, *Patrz:* przyspieszeniomierz  
    ruchu, 261  
    temperatury, *Patrz:* termistor  
    transmisyjny, 263, 267, 277  
    warunków środowiskowych, 291, 293  
    wilgotności, 297

## D

dekoder, 151, 158, 174, 203, 284  
demultiplekser, 172, 173  
    analogowy, 175  
    cyfrowy, 175

detektor podczerwieni, *Patrz:* czujnik podczerwieni  
diagram logiczny, 119, 132  
dioda LED, 20, 71, 127, 225, 237, 262, 263, 338  
    panel, *Patrz:* panel diodowy  
Dudenev Henry Ernest, 189, 194  
dzielnik napięcia, 13, 15, 67  
dźwięk, 29, 59, 185  
    miksowanie, 186  
    o częstotliwości losowej, 315

## E

Edison Thomas, 62  
emiter, 3  
enkoder  
    elektromechaniczny, 283  
    impulsowy, 283  
    inkrementacyjny, 283  
    przyrostowy, 283, 285

## F

fotodioda, 24  
fotorezystor, 19, 43  
fototranzystor, 7, 19, 23, 24, 42, 261, 265  
    baza, 19  
    symbol, 19  
    w układzie Darlingtona, 24, 128, 236

## G

generator  
    fali akustycznej, 19  
    impulsów pseudolosowych, 221, 222, 291, 297,  
    301, 308  
goldpin, *Patrz:* listwa goldpin  
gra  
    diody w Las Vegas, 217, 220, 221, 222  
    Hot Slot, 169, 175, 178, 182, 267, 299, 314  
    kółko i krzyżyk, 189, 192  
    kulki, 258, 260  
    Owidiusza, 189, 192, 194, 277

## H

hallotron, 253, 256, 277  
bipolarny, 256, 258  
liniowy, 257  
omnipolarny, 257  
unipolarny, 256, 258  
histereza, 36, 42, 247, 255

## I

impedancja wejściowa, 24

## J

Jansson Fredrik, 194, 229

## K

kod  
ASCII, 227  
BCD, 203, 216  
binarny, 154, 216, *Patrz też:* kod binarny  
Unicode, 228  
koder, 174, 205, 206  
tworzenie, 207  
kolektor, 3  
prąd, *Patrz:* prąd kolektora  
wspólny, 11  
komórka fotoelektryczna, *Patrz:* fotorezystor  
komparator, 7, 33, 34, 37, 38, 39, 43, 53, 54, 77  
LM339, 40  
napięcie  
odniesienia, 34  
wzorcowe, 33, 38  
otwarty kolektor, 38  
kondensator, 47, 338  
sprzęgający, 53, 65, 224  
kontaktron, 243, 244, 247, 248, 253, 278  
Księga Przemian, 229

## L

LFSR, *Patrz:* rejestr przesuwający z liniowym  
sprzężeniem zwrotnym  
liczba binarna, 206, 207  
licznik  
binarny, 213, 235, 236  
dekadowy, *Patrz:* układ 74HC4017  
pierścieniowy, 213, 216, 217, 218, 314  
74HC4017, *Patrz:* układ 74HC4017  
listwa goldpin, 215

## M

magnes, 244, 246, 248, 249, 279  
koercyjność, 258  
neodymowy, 249, 252  
polaryzacja, 249, 250, 251  
sztabkowy, 249  
maszyna różnicowa Charlesa Babbage'a, 212  
matryca bramkowa, 135  
miernik wskazówkowy, 16  
mikrofon, 62, 65, 66  
dynamiczny, 62  
elektretowy, 59, 62, 95  
pojemnościowy, 62  
symbol, 61  
węglowy, 62  
wstążkowy, 62  
mikrokontroler, 41, 42, 110, 130, 183, 193, 222, 261,  
280, 285, 316  
multiplexer, 169, 171, 172, 174  
analogowy, 173, 174  
cyfrowy, 173, 174

## N

napięcie, 15  
stabilizacja, *Patrz:* stabilizator napięcia  
nota katalogowa, XVIII  
dekodera, 158  
hallotronu, 254, 256  
 tranzystora, 11, 17

## O

ogniwo  
fotowoltaniczne, 252  
słoneczne, 24  
optoizolator, 44, 108

## P

panel  
diodowy, 230, 235  
Lite-On LTL-2450Y, 237  
płytki prototypowa, XXIV, 342  
połączenie galwaniczne, XVIII  
potencjometr, 283  
dostrojczy, 7, 74, 92  
prawdopodobieństwo, 111, 131, 169, 179, 180, 181,  
231, 299, 327, 328

prąd  
  bazy, 9, 11  
  kolektora, 11  
  przemienny, 56  
  stały, 65  
    wzmacnianie, 73  
  wirowy, 251, 252  
przedwzmacniacz, 91  
przełącznik blokujący, 46  
przełącznik, 137, 148, 192, 204, 208, 217, 223, 291, 319, 341  
  4PDT, 144, 145, 193, 342  
  chwilowy, 139, 144, 152, 161, 342  
  DIP, 204, 342  
  krzemowy, 247  
  obrotowy, 208  
  optyczny, 262  
  przyciskowy, 342  
  SPST, 127, 166, 204, 212, 247, 248  
  stabilny, 139, 144, 152, 161, 191, 193, 342  
  ślizgowy, 144, 145  
  trójpozycyjny, 191  
przerywacz optyczny, 262  
przerzutnik bistabilny, 223  
przesterowanie, *Patrz:* wzmacniacz operacyjny  
  przesterowany  
przetwornik  
  a/c, 41, 110, 316  
  analogowo-cyfrowy, *Patrz:* przetwornik a/c  
przyspieszeniomierz, 243, 297

## R

rejestr przesuwający, 223, 225, 226, 228, 235  
  TPIC6C596, *Patrz:* układ TPIC6C596  
  z liniowym sprzężeniem zwrotnym, 301, 304, 316  
rezystor, 336  
  ograniczający, 340  
  podciągający, 38, 39, 257  
  sprzęgający, 79  
  ściągający, 201  
  uziemiający, 77, 107  
Rogers Graham, 211

## S

schemat  
  ideowy układu, 115  
  logiczny, 115  
  wykonawczy, 201  
silnik prądu stałego, 249

sprężenie zwrotne, 35, 104  
  dodatnie, 34, 35, 77  
  liniowe, 301  
  ujemne, 73, 75, 77, 79  
stabilizator napięcia, XXIII, 7  
sumator binarny, 196, 197, 198, 199, 200, 203, 208, 211  
sygnał audio, *Patrz:* dźwięk  
system  
  binarny, 195, 206, *Patrz też:* system binarny  
  transmisji danych szeregowy, 227

## Ś

światło, 24  
  pomiar, 23, 261

## T

teoria gier, 132  
termistor, 292, 296  
  NTC, 296  
  o współczynniku temperaturowym  
    dodatnim, 296  
    ujemnym, 296  
  PTC, 296  
theremin, 185  
 tranzystor, 341  
  2N2222, 2, 3, 4, 11, 71, 96, 108  
  baza, *Patrz:* baza  
  bipolarny, 1, 11, 15, 16, 28  
  charakterystyka liniowa, 11, 16  
  emiter, *Patrz:* emiter  
  kolektor, *Patrz:* kolektor  
  limit nasycenia, 17  
  napięcie odcięcia, 17  
  NPN, 3  
  NPN, polaryzacja przewodzenia, 17  
  obszar  
    aktywności, 17  
    nasycenia, 17  
  PN2222, 2, 3, 4  
  współczynnik  
    wzmocnienia prądowego, *Patrz:* tranzystor  
    współczynnik beta  
    beta, 10, 16  
  trójkąt Pascala, 328

## U

układ

- 4000B, 114
- 40667B, 173
- 4067B, 169
- 4520B, 175, 176, 235
- 74HC00, 114, 151, 266
- 74HC08, 186
- 74HC148, 206
- 74HC164, 225, 227, 235
- 74HC266, 308
- 74HC32, 156, 161, 187
- 74HC4017, 213, 214, 216, 292, 293, 294
- 74HC4514, 151, 158, 203
- 74HC86, 187
- astabilny, 25
- ATS177, *Patrz:* czujnik ATS177
- Darlingtona, 24, 128, 236, 268, 270, 271, 313
- ECW1J-B24-BC0024L, 284
- HS1011, 297
- ITR9606-F, 263
- LM339, 44
- LM386, 91
- LM741, 66, 71, 91, 92, 95, 108
- LM7805, 45
- LM7806, 45
- logiczny, 114, 160, 185, 191, 195, 319, *Patrz też:*
  - bramka logiczna
- seria, 340
- TPIC6C596, 236
- ULN2003, 128, 236, 268
- zegarowy, 28
  - 555, 25, 29, 43, 45, 96, 176, 213
  - 556, 31
  - 7555, 213, 223, 224
  - 4528B, 31
  - 74HC221, 31
  - 74HC555, 31
  - monostabilny, 25, 31, 45, 105, 217

## W

- Walker John, 328
- Widlar Bob, 95
- włącznik, 342
- współczynnik wzmocnienia, 69, 78, 80, 84, 67
- wtórnik emiterowy, 98
- wzmacniacz
  - dwustopniowy, 24
  - napięciowy, 40, 66
  - natężenia prądu, 12
  - oparty na kleju, 1, 3
  - operacyjny, 7, 59, 63, 66, 73, 75, 77, 79, 87, 89, 91, 92, 95, 110
  - przesterowany, 80
  - usterki, 93
- wzmocnienie, *Patrz:* współczynnik wzmocnienia

## Z

- zasada zachowania energii, 252
- zasilacz, XXIII, 342
  - stabilizowany, 7
- zjawisko
  - Halla, 246, 248
  - ucinania szczytów, 80
- złudzenie Monte Carlo, 131



# 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**

# Biblia elektronika amatora!

O czym marzy każdy majsterkowicz? Oczywiście o zbudowaniu działającego urządzenia elektronicznego, rozwiązującego codzienne problemy! Uważasz, że wymaga to ogromnej wiedzy? Myślisz, że brak doświadczenia może stanąć Ci na drodze? Bez obaw! Do odniesienia sukcesu wystarczą ten podręcznik oraz odrobina chęci.

Ta książka to kontynuacja bestsellera *Elektronika. Od praktyki do teorii*, który podbił serca pasjonatów elektroniki na całym świecie. Znajdziesz w niej opis 36 nowych eksperymentów. Zorientuj się, jak zbudować automatyczny sterownik oświetlenia oraz jak reagować na informacje z różnych czujników. Zobacz, jak wykorzystać przekaźniki, bramki logiczne, wzmacniacze oraz diody. Cechą charakterystyczną tej książki są liczne ilustracje, prezentujące realizowane projekty. Dzięki nim błyskawicznie zrozumiesz, co autor miał na myśli. Sięgnij po ten wyjątkowy podręcznik i spełnij swoje marzenia!

## Dzięki tej książce:

- » poznasz charakterystyczne komponenty elektroniczne
- » wykorzystasz przekaźniki oraz bramki logiczne
- » wykonasz fascynujące eksperymenty elektroniczne
- » zbudujesz swój wymarzony układ elektroniczny

**Helion**

27060 numer katalogowy

księgarnia internetowa

<http://helion.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

Sprawdź najnowsze promocje:  
• <http://helion.pl/promocje>  
Książki najchętniej czytane:  
• <http://helion.pl/bestsellery>  
Zamów informacje o nowościach:  
• <http://helion.pl/nowosci>

Helion SA  
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice  
tel.: 32 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)  
<http://helion.pl>

sięgnij po WIĘCEJ



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-9126-5



9 788324 691265

cena: 79,00 zł

**Make:**  
[makezine.com](http://makezine.com)