

...Po radę do książki



## IDŹ DO:

- ▶ Spis treści
- ▶ Przykładowy rozdział
- ▶ Skorowidz

## KATALOG KSIĄŻEK:

- ▶ Katalog online
- ▶ Bestsellery
- ▶ Nowe książki
- ▶ Zapowiedzi

## CENNIK I INFORMACJE:

- ▶ Zamów informacje o nowościach
- ▶ Zamów cennik

## CZYTELNIA:

- ▶ Fragmenty książek online

do przechowalni

do koszyka



Wydawnictwo

Wydawnictwo Helion  
ul. Kościuszki 1c  
44-100 Gliwice  
tel. 032 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)

e-mail: [septem@septem.pl](mailto:septem@septem.pl)  
redakcja: [redakcjawww@septem.pl](mailto:redakcjawww@septem.pl)  
informacje: [o.księgarni.septem.pl](http://o.księgarni.septem.pl)

## Elektronika dla bystrzaków. Wydanie II

Autorzy: Cathleen Shamieh, Gordon McComb

Tłumaczenie: Łukasz Piwko

ISBN: 978-83-246-3332-6

Tytuł oryginału: [Electronics For Dummies](#)

Format: 170 × 210, stron: 360



### Elektronika w zasięgu Twoich rąk!

Jeżeli zastanawiałeś się kiedyś nad tym, jak działają urządzenia elektryczne, a teraz chciałbyś spróbować swoich sił i zbudować własny układ elektroniczny, potrzebujesz wiedzy z zakresu elektroniki i elektryczności. Brzmi strasznie? Nie bój się! Ta książka nie ma nic wspólnego ze skomplikowanymi podręcznikami, które znasz ze szkoły lub studiów. Tutaj wszystko zostało wytłumaczone w jasny i przystępny sposób. Duża liczba przykładów oraz własnoręcznie wykonane i działające układy sprawiają, że już za parę dni będziesz swobodnie poruszał się w świecie elektroniki!

Wszystko to dzięki książce z serii „Dla bystrzaków”. W trakcie lektury dowiesz się, jak działa Twój iPod, komputer i pilot do telewizora. Jednak najpierw poznasz elementarne zasady bezpieczeństwa oraz kilka istotnych cech prądu. Potem zobaczysz, jak zachowują się układy równoległe i szeregowo oraz przypomnisz sobie podstawowe prawo Ohma. Ponadto dowiesz się, jak wykorzystać potencjał kondensatorów, łączyć je oraz budować filtry. Mało? Kolejne strony to przydatna wiedza o cewkach, półprzewodnikach oraz układach scalonych. Po wstępie teoretycznym czas na praktykę, bo jak mówią autorzy: „**Żeby się nauczyć, trzeba się ubrudzić**”. W tej części książki skompletujesz sprzęt potrzebny do pracy, zrozumiesz, jak trzeba czytać schematy, dokonywać pomiarów oraz lutować.

- Skąd się bierze prąd elektryczny
- Wykorzystanie energii elektrycznej do wykonania pracy
- Możliwości elektronów
- Sposoby na dostarczenie energii elektrycznej
- Opór, prawo Ohma
- Kondensatory, gromadzenie i wydobywanie ładunku
- Cewki indukcyjne i kryształy
- Świat półprzewodników
- Wykorzystanie układów scalonych
- Dobór potrzebnych części, gromadzenie narzędzi
- Bezpieczeństwo pracy z układami elektronicznymi
- Lutowanie
- Czytanie schematów
- Budowa układów elektronicznych
- Wykonywanie pomiarów
- Posługiwanie się multimetrem
- Praca z oscyloskopem

**Spełnij swoje marzenia i dołącz do grona elektroników!**

Elektronika w zasięgu Twoich rąk!

# Elektronika

## DLA BYSTRZAKÓW™

### **Naucz się:**

- korzystać z rezystorów, diod, układów scalonych
- budować i diagnozować układy elektroniczne
- korzystać z takich narzędzi, jak multimetr i oscyloskop

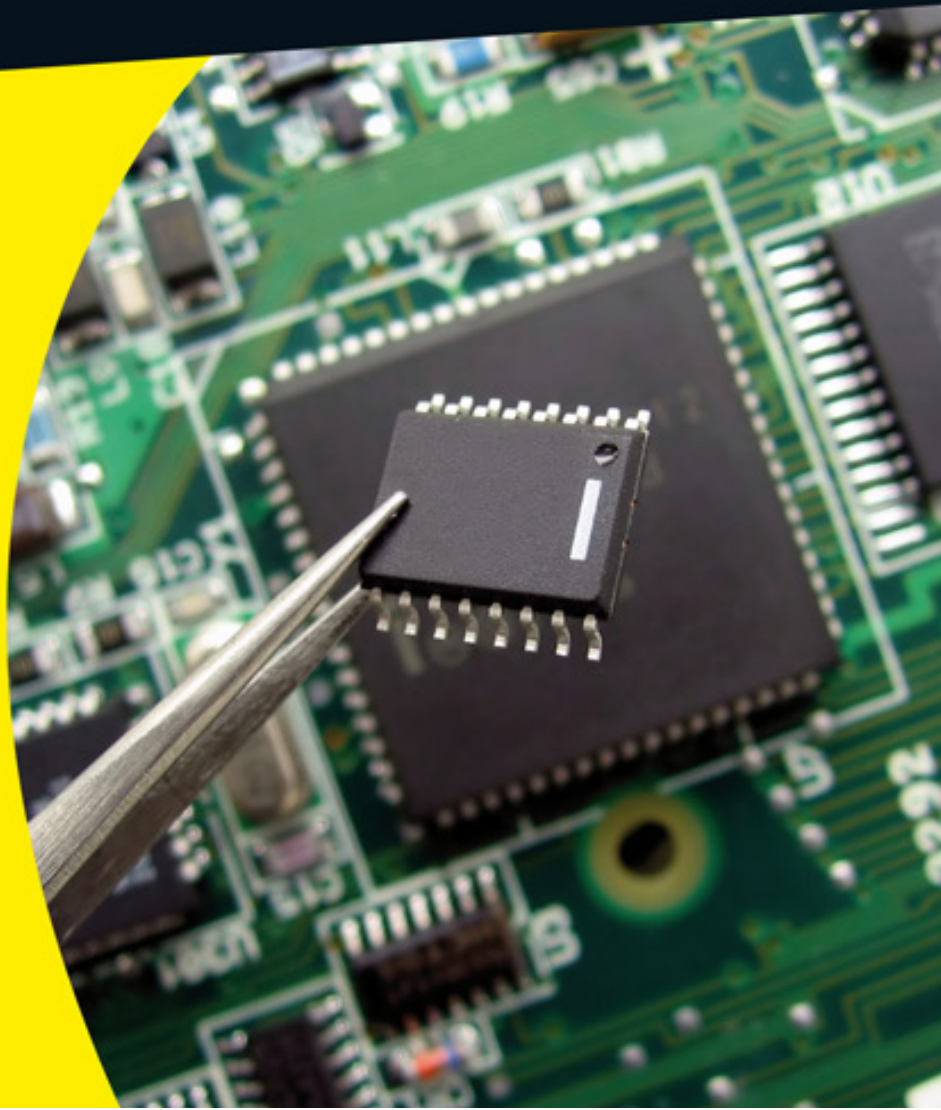
**septem**  
septem.pl

**Cathleen Shamieh**

specjalistka w zakresie systemów przetwarzania mowy oraz telekomunikacji

**Gordon McComb**

autor licznych książek i artykułów poświęconych systemom operacyjnym, robotyce oraz elektronice



# Spis treści

<b>0 autorach .....</b>	<b>15</b>
<b>Podziękowania od autorów .....</b>	<b>17</b>
<b>Wstęp .....</b>	<b>19</b>
Dlaczego warto kupić tę książkę? .....	19
Dlaczego elektronika? .....	20
Naiwne założenia .....	20
Bezpieczeństwo przede wszystkim .....	21
Jak podzielona jest książka? .....	22
Część I. Podstawy elektroniki .....	22
Część II. Żeby się nauczyć, trzeba się ubrudzić .....	22
Część III. Przekuwanie teorii w praktykę .....	22
Część IV. Dekalogi .....	23
Ikony użyte w książce .....	23
 <b>Część I: Podstawy elektroniki .....</b>	<b>25</b>
<b>Rozdział 1: Czym jest elektronika i co można dzięki niej zrobić? .....</b>	<b>27</b>
Czym jest elektronika? .....	27
Skąd się bierze prąd elektryczny? .....	28
Wydobywanie ładunku z elektronów .....	29
Mobilizowanie elektronów w przewodnikach .....	29
Wprawianie elektronów w ruch .....	30
Wykorzystywanie energii elektrycznej do wykonywania pracy .....	31
Wykorzystywanie energii elektrycznej .....	32
Umożliwianie elektronom dotarcia we właściwe miejsce .....	32
Co elektrony potrafią zrobić (gdzie tylko się nimi odpowiednio pokieruje)? .....	34
Wytwarzanie dobrych wibracji .....	34
Zobaczyć znaczy uwierzyć .....	34
Wyczuwanie i alarmowanie .....	35
Sterowanie ruchem .....	35
Rozwiązywanie problemów (czyli używanie komputerów) .....	35
Komunikacja .....	35

### **Rozdział 2: Elektryczność w Twoich rękach ..... 37**

Dostarczanie energii elektrycznej .....	37
Pobieranie prądu stałego z baterii .....	38
Używanie prądu zmiennego z elektrowni .....	39
Zamiana światła w elektryczność .....	41
Rzeczywisty ruch elektronów a umowny kierunek przepływu prądu .....	42
Prosty obwód z żarówką .....	43
Sterowanie prądem elektrycznym za pomocą podstawowych elementów .....	45
Sposoby kontrolowania prądu .....	46
Elementy czynne i bierne .....	47
Połączenia szeregowe i równoległe .....	47
Połączenia szeregowe .....	47
Połączenia równoległe .....	48
Obwody mieszane .....	49
Tworzenie układów elektronicznych .....	49
Skąd bierze się ten dźwięk? .....	50
Rysowanie przy użyciu elektronów .....	51

### **Rozdział 3: Napotykamy czynny opór ..... 53**

Ograniczanie przepływu prądu .....	53
Rezystory — bierne, ale potężne .....	54
Do czego służą rezystory? .....	55
Rodzaje rezystorów — stałe i zmienne .....	56
Budowa rezystorów stałych .....	57
Co w potencjometrze piszczy? .....	59
Moc znamionowa rezystorów .....	60
Łączenie rezystorów .....	62
Szeregowe łączenie rezystorów .....	62
Równoległe łączenie rezystorów .....	63
Kombinacje szeregowych i równoległych połączeń rezystorów .....	65
Przestrzeganie prawa Ohma .....	66
Przepływ prądu mimo stawianego mu oporu .....	66
Wszystko jest proporcjonalne .....	66
Jedno prawo, trzy równania .....	67
Zastosowanie prawa Ohma do analizy obwodów .....	68
Obliczanie natężenia prądu płynącego przez element .....	68
Obliczanie wartości napięcia prądu w elemencie .....	69
Obliczanie rezystancji .....	71
Do czego tak naprawdę przydaje się prawo Ohma? .....	72
Analizowanie skomplikowanych obwodów .....	72
Projektowanie i modyfikowanie obwodów .....	73
Moc prawa Joule'a .....	74
Zastosowanie prawa Joule'a przy wyborze elementów elektronicznych .....	75
Joule i Ohm — doskonały duet .....	75
Spróbuj swych sił w projektowaniu obwodów z rezystorami .....	75

<b>Rozdział 4: Wydobywanie ładunku z kondensatorów .....</b>	<b>77</b>
Kondensatory — zbiorniki na energię elektryczną .....	78
Ładowanie i rozładowywanie kondensatorów .....	79
Przeciwstawianie się zmianom napięcia .....	80
Przepuszczanie prądu zmiennego .....	81
Do czego służą kondensatory? .....	82
Charakterystyka kondensatorów .....	83
Ile ładunku można zmagazynować na płycie kondensatora? .....	83
Pilnowanie napięcia znamionowego .....	84
Wybór rodzaju (dielektryku) kondensatora .....	85
Rozmiary kondensatorów .....	85
Polaryzacja kondensatorów .....	86
Odczytywanie wartości kondensatorów .....	87
Kondensatory zmienne .....	89
Łączenie kondensatorów .....	89
Równoległe łączenie kondensatorów .....	89
Szeregowe łączenie kondensatorów .....	90
Reaktancja pojemnościowa .....	91
Zastosowanie prawa Ohma do obliczania reaktancji pojemnościowej .....	93
Współpraca z rezystorami .....	94
Czas jest najważniejszy .....	94
Wyznaczanie stałej czasowej obwodu RC .....	96
Tworzenie zegara .....	97
Wybór częstotliwości przy użyciu prostych filtrów RC .....	97
Filtr dolnoprzepustowy .....	98
Filtr górnoprzepustowy .....	98
Częstotliwość graniczna .....	99
Filtrowanie pasm częstotliwości .....	100
Spróbuj swych sił w projektowaniu obwodów z kondensatorami .....	100
<b>Rozdział 5: Cewki indukcyjne i kryształy .....</b>	<b>101</b>
Niedalecy krewni — magnetyzm i elektryczność .....	102
Rysowanie linii za pomocą magnesu .....	102
Wytwarzanie pola magnetycznego za pomocą elektryczności .....	102
Indukcja prądu za pomocą magnesu .....	103
Cewka indukcyjna — zwój o charakterze przyciągającym jak magnes .....	104
Mierzenie indukcyjności .....	104
Przeciwstawne zmiany prądu .....	105
Nadążanie (albo i nie!) za prądem zmiennym .....	106
Reaktancja indukcyjna .....	107
Użycie wartości reaktancji indukcyjnej w równaniach prawa Ohma .....	108
Zmiana zachowania zależnie od częstotliwości (po raz kolejny) .....	108
Zastosowanie cewek indukcyjnych w obwodach .....	108
Izolowanie i ekranowanie cewek indukcyjnych .....	109
Oznaczenia indukcyjności .....	109
Łączenie ekranowanych cewek indukcyjnych .....	109
Filtrowanie sygnałów za pomocą cewek indukcyjnych .....	110
Obliczanie stałej czasowej obwodów RL .....	111

Przedstawiamy impedancję! .....	111
Dostrajanie do stacji radiowych .....	112
Rezonans w obwodach RLC .....	113
Krystalicznie czysty rezonans .....	114
Oddziaływanie na elementy sąsiednie — transformatory .....	115
Co łączy nieekranowane cewki indukcyjne? .....	115
Izolowanie obwodów od źródła zasilania .....	116
Podwyższanie i obniżanie napięcia .....	116

### **Rozdział 6: Bogaty świat półprzewodników .....** 119

Przewodzić czy nie przewodzić? .....	119
Domieszkowanie półprzewodników .....	121
Tworzenie elementów przy użyciu kombinacji półprzewodników typów n i p .....	123
Diody złączone .....	123
Polaryzacja diod .....	124
Przewodzenie prądu przez diodę .....	125
Wartości znamionowe diod .....	126
Identyfikacja diod .....	126
Którą stroną podłączać? .....	127
Zastosowanie diod w obwodach .....	127
Prostowanie prądu zmiennego .....	127
Regulowanie napięcia przy użyciu diod Zenera .....	129
Światło z diod LED .....	130
Inne zastosowania diod .....	131
Niesamowicie utalentowane tranzystory .....	132
Tranzystory bipolarne złączone .....	133
Tranzystory polowe .....	133
Używanie tranzystorów .....	134
Zasada działania tranzystorów .....	134
Emitowanie i gromadzenie elektronów .....	135
Wzmacnianie natężenia prądu .....	138
Nasylenie tranzystora .....	138
Modelowanie działania tranzystorów .....	139
Wzmacnianie sygnałów za pomocą tranzystorów .....	141
Polaryzacja tranzystora, aby działał jak wzmacniacz .....	141
Kontrolowanie wzmocnienia napięciowego .....	142
Konfiguracja obwodów wzmacniających z tranzystorami .....	142
Przełączanie sygnałów za pomocą tranzystorów .....	143
Wybór tranzystora .....	144
Najważniejsze parametry tranzystorów .....	144
Identyfikacja tranzystorów .....	145
Jak rozpoznać tranzystor? .....	145
Revolucja półprzewodnikowa .....	146
Spróbuj swych sił w projektowaniu obwodów z elementami półprzewodnikowymi .....	146

**Rozdział 7: Układy scalone ..... 147**

Dlaczego układy scalone? .....	147
Układy analogowe, cyfrowe i mieszane .....	148
Podjmowanie logicznych decyzji .....	149
Na początku był bit .....	149
Przetwarzanie danych przy użyciu bramek .....	151
Upraszczenie bramek przy użyciu tabel prawdy .....	153
Tworzenie elementów logicznych .....	154
Jak używać układów scalonych? .....	155
Identyfikacja układów scalonych według numerów części .....	155
Najważniejsza jest obudowa .....	156
Styki układów scalonych .....	157
Korzystanie z kart danych katalogowych .....	159
Popularne rodzaje układów scalonych .....	159
Wzmacniacze operacyjne .....	160
Wehikuł czasu — układ 555 .....	161
Licznik dziesiętny 4017 .....	167
Mikrokontrolery i inne popularne układy scalone .....	168
Poszerzanie horyzontów .....	168

**Rozdział 8: Wybór części ..... 171**

Łączenie elementów .....	171
Wybór rodzaju przewodów .....	171
Złącza .....	173
Zasilanie .....	174
Wyciskanie siódmych potów z baterii .....	174
Wykorzystanie energii słonecznej .....	177
Zasilanie z gniazdka ściennego (niezalecane) .....	178
Włączanie i wyłączanie prądu .....	178
Sterowanie działaniem przełącznika .....	179
Nawiązywanie połączeń .....	180
Czujniki .....	181
Zobaczyć światło .....	181
Wychwytywanie dźwięku za pomocą mikrofonów .....	182
Wykrywanie ciepła .....	182
Inne rodzaje przetworników wejściowych .....	183
Efekt działania urządzeń elektronicznych .....	184
Głos głośników .....	185
Brzęczenie brzęczyków .....	186
Silniki prądu stałego .....	187

**Część II: Żeby się nauczyć, trzeba się ubrudzić ..... 189****Rozdział 9: Urządzenie warsztatu i dbanie o bezpieczeństwo ..... 191**

Wybór miejsca na warsztat .....	192
Podstawowe wyposażenie warsztatu .....	192
Stół warsztatowy .....	193

Gromadzenie narzędzi i materiałów .....	193
Sprzęt do lutowania .....	193
Polowanie na multimetr .....	195
Łowienie narzędzi ręcznych .....	196
Szmatki i środki czyszczące .....	197
Środki smarne .....	199
Materiały klejące .....	199
Inne narzędzia i materiały .....	200
Zaopatrywanie się w części zapasowe .....	201
Płytki stykowe .....	201
Zestaw początkowy .....	203
Wyposażenie dodatkowe .....	204
Przechowywanie części .....	204
Ochrona zdrowia i elementów elektronicznych .....	205
Elektryczność może być naprawdę niebezpieczna .....	205
Bezpieczne lutowanie .....	209
Unikanie wyładowań elektrostatycznych jak zarazy .....	210
<b>Rozdział 10: Czytanie schematów .....</b>	<b>213</b>
Co to jest schemat i do czego służy? .....	213
Spojrzenie z szerokiej perspektywy .....	214
Połączenia są najważniejsze .....	214
Prosty obwód z baterią .....	215
Insignia mocy .....	216
Wskazywanie źródła napięcia .....	217
Oznaczanie masy .....	218
Oznaczanie elementów elektronicznych .....	219
Analogowe elementy elektroniczne .....	221
Elementy cyfrowe i układy scalone .....	222
Pozostałe elementy .....	224
Miejsca dokonywania pomiarów .....	226
Analiza schematu .....	226
Inne standardy symboli elementów elektronicznych .....	228
<b>Rozdział 11: Budowa układów elektronicznych .....</b>	<b>231</b>
Płytki stykowe .....	231
Szczegóły budowy płytki stykowej .....	232
Rozmiary płytek stykowych .....	233
Konstruowanie układów elektronicznych z wykorzystaniem płytek stykowych .....	234
Przygotowywanie części i narzędzi .....	234
Przygotowywanie łączówek na zapas .....	235
Topografia układu .....	235
Zapobieganie uszkodzeniom .....	237
Podstawy lutowania .....	238
Przygotowywanie do lutowania .....	239
Technika lutowania .....	239
Sprawdzanie jakości połączenia .....	241
Rozlutowywanie .....	241



Postępowanie po zakończeniu lutowania .....	242
Bezpieczeństwo w czasie lutowania .....	242
Pełne zaangażowanie — łączenie elementów na stałe .....	243
Budowa układu na uniwersalnej płytce drukowanej .....	243
Wykonywanie prototypów przy użyciu perforowanych płytek montażowych .....	244
Wykonywanie połączeń owijanych .....	246
Wykonywanie własnej płytki obwodu drukowanego .....	247
<b>Rozdział 12: Wykonywanie pomiarów i analizowanie obwodów .....</b>	<b>249</b>
Niezwykłe możliwości małego multimetru .....	250
Ależ to jest przecież woltomierz! .....	251
To także amperomierz! .....	251
Omierz też! .....	251
Rodzaje multimetrów .....	252
Analogowy czy cyfrowy? .....	252
Multimetr cyfrowy .....	253
Wybór zakresu pomiaru .....	255
Kalibracja multimetru .....	256
Posługiwanie się multimetrem .....	257
Pomiar napięcia prądu .....	258
Pomiar natężenia prądu .....	258
Pomiar rezystancji .....	260
Inne rodzaje prób .....	265
Sprawdzanie obwodów za pomocą multimetru .....	266
<b>Rozdział 13: Analizator stanów logicznych i oscyloskop .....</b>	<b>267</b>
W głąb logiki .....	267
Analiza sygnałów przy użyciu oscyloskopu .....	270
Obserwacja przebiegu sygnałów .....	271
Pasma i rozdzielczość oscyloskopu .....	273
Kiedy używać oscyloskopu? .....	274
Praca z oscyloskopem .....	275
Podstawowa konfiguracja i testowanie .....	275
Wyswietlanie i dokonywanie pomiaru sygnałów .....	277
Wykonywanie pomiarów .....	279
Czy z baterii da się jeszcze coś wycisnąć? .....	280
Obrazowanie przebiegu akustycznego sygnału radiowego .....	280
Sprawdzanie częstotliwości w obwodzie prądu zmiennego .....	281
<b>Część III: Przekuwanie teorii w praktykę .....</b>	<b>285</b>
<b>Rozdział 14: Podstawy budowy układów elektronicznych .....</b>	<b>287</b>
Przygotowanie do pracy .....	287
Zobaczyć znaczy wierzyć — prawo Ohma naprawę działa! .....	289
Analiza obwodu szeregowego .....	289
Rozdzielanie napięcia .....	293
Obwody z rezystorami połączonymi równolegle .....	294

Ładowanie i rozładowywanie kondensatorów .....	296
Gromadzenie i oddawanie ładunku .....	296
Zmianianie stałej czasowej obwodu RC .....	298
Zmniejszanie napięcia na diodach .....	299
Włączanie diody LED .....	300
Stabilizowanie napięcia .....	301
Praca z tranzystorami .....	303
Wzmacnianie prądu .....	303
Przełącznik jest włączony! .....	305
Sztuka logicznego myślenia .....	305
Światelko na końcu bramki NAND .....	306
Budowa bramki OR z trzech bramek NAND .....	307

### **Rozdział 15: Projekty do samodzielnego wykonania w pół godziny ..... 309**

Potrzebne części .....	309
Migające błyskotki .....	310
Analiza obwodu migacza na bazie układu 555 .....	310
Budowa układu migających światełek .....	312
Sprawdzanie gotowego obwodu .....	314
Wystukiwanie świetlnej melodii dzięki wykorzystaniu zjawiska piezoelektryczności .....	315
Piezo... co? .....	315
Krótki kurs piezoelektryczności .....	315
Świetlny bębenek .....	317
Widzenie w ciemności dzięki detektorowi podczerwieni .....	317
Wykrywanie części detektora podczerwieni .....	317
Szukanie źródeł podczerwieni .....	318
Konstrukcja domowego alarmu .....	319
Gromadzenie części .....	319
Zasada działania alarmu .....	320
Trafianie do celu dzięki elektronicznemu kompasowi .....	321
Części potrzebne do budowy kompasu .....	322
Konstrukcja kompasu .....	322
Jak jest jasno, to słycać jakieś dźwięki .....	323
Lista części do budowy świetlnego alarmu .....	324
Praktyczne zastosowania alarmu .....	324
Mały wzmacniacz, ale jaki mocny .....	324
Głos w sprawie potrzebnych części .....	325
Szczegóły konstrukcji małego wzmacniacza .....	325
Ręczny wykrywacz źródeł wody .....	326
Lista części .....	326
Zasada działania wykrywacza wody .....	327
Generator niesamowitych efektów świetlnych .....	327
Lista części generatora efektów świetlnych .....	327
Sterowanie światłami .....	329
Rozmieszczenie diod LED .....	329

**Część IV: Dekalogi ..... 331****Rozdział 16: Garść cennych wskazówek ..... 333**

Gotowe projekty elektroniczne .....	333
Użycie nastawnego źródła zasilania .....	334
Liczenie megaherców .....	334
Generowanie różnych rodzajów sygnałów .....	335
Zmiana częstotliwości .....	336
Sprawdzanie pulsu układu .....	336
Analizowanie stanów logicznych .....	338
Symulowanie układów elektronicznych .....	338
Gdzie kupić przyrządy pomiarowe? .....	339

**Rozdział 17: Dziesięć najpopularniejszych sklepów z częściami elektronicznymi ..... 341**

Polska .....	341
Aprovi .....	341
AVT .....	342
Cyfronika .....	342
Distrelec .....	342
Centrum Elektroniki .....	342
Allegro .....	342
Poza Polską .....	342
RadioShack .....	342
All Electronics .....	343
Farnell .....	343
Parts Express .....	343
Dyrektywa RoHS .....	343
Nowe, używane czy z wyprzedzący? .....	343

**Dodatek: Zasoby internetowe ..... 345****Skorowidz ..... 347**

## Rozdział 1

# Czym jest elektronika i co można dzięki niej zrobić?

---

### *W tym rozdziale:*

- ▶ Wyjaśnienie, czym jest prąd elektryczny
- ▶ Istota mocy elektronów
- ▶ Wykorzystywanie przewodników
- ▶ Łączenie elementów w obwody
- ▶ Sterowanie przepływem elektronów za pomocą elementów elektronicznych
- ▶ Zastosowanie energii elektrycznej do wielu różnych rzeczy

---

**W**iększość ludzi ma pewne wyobrażenie, czym jest elektronika. Każdy z nas na co dzień korzysta z urządzeń elektronicznych powszechnego użytku, takich jak iPod, sprzęt stereo, komputer, aparat cyfrowy czy telewizor. Lecz dla wielu osób są one jak magiczne czarne skrzynki z przyciskami, które spełniają nasze zachcianki.

Wiadomo, że pod piękną obudową kryje się zdumiewająca płatanina małych elementów, które dzięki pewnym połączeniom mogą działać w odpowiedni sposób. Na pewno chcesz wiedzieć, jak to jest możliwe.

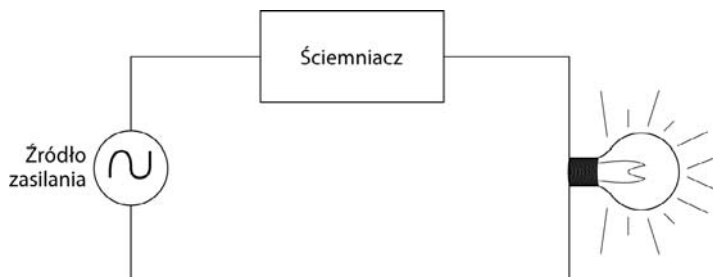
Z tego rozdziału dowiesz się, że prąd to uporządkowany ruch elektronów oraz że sterowanie tym ruchem stanowi istotę elektroniki. Wyjaśnimy, czym tak naprawdę jest prąd elektryczny, i pokażemy, co trzeba zrobić, aby płynął. Ponadto zrobimy krótki przegląd możliwości, jakie daje nam elektronika.

## *Czym jest elektronika?*

Gdy włączasz światło w swoim domu, to w rzeczywistości łączysz źródło energii elektrycznej (najczęściej dostarczanej przez elektrownię) i żarówkę w jeden układ nazywany **obwodem elektrycznym**. Jeśli do obwodu dołączysz ściemniacz albo regulator czasowy, to będziesz mógł **sterować** działaniem żarówki w ciekawszy sposób, niż tylko ją włączać i wyłączać.

W **układach elektrycznych** takich jak obwody elektryczne w domu używa się „czystego”, niemodyfikowanego prądu elektrycznego, który służy np. do zasilania żarówek. W **układach elektronicznych** idziemy o krok dalej: za ich pomocą sterujemy przepływem prądu. Zmieniamy jego parametry i kierunek, aby uzyskać różne efekty, od przyciemnienia żarówki po komunikację za pośrednictwem satelity — rysunek 1.1. Właśnie ta możliwość kontrolowania prądu odróżnia układy elektroniczne od elektrycznych.

**Rysunek 1.1.**  
W tym obwodzie przepływem prądu elektrycznego do żarówki steruje ściemniacz



## Skąd się bierze prąd elektryczny?

Prąd elektryczny, czasami nazywany elektrycznością (zob. ramkę „Co to jest elektryczność?”), to ruch maleńkich elektrycznie naładowanych cząstek — **elektronów**. Gdzie konkretnie można te elektrony znaleźć i jak się one poruszają? Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba zajrzeć do wnętrza atomu.

### Co to jest elektryczność?

Niefatwo wyjaśnić, czym jest elektryczność. Termin „elektryczność” jest niejednoznaczny, a jego różne definicje często są sprzeczne, co powoduje wiele nieporozumień nawet wśród nauczycieli i naukowców.

Ogólnie rzecz biorąc, pojęcie elektryczności jest związane z tym, jak pewnego rodzaju cząstki występujące w naturze oddziałują między sobą, gdy umieści się pewną ich ilość w jakimś określonym obszarze.

Dlatego lepiej jest używać innych, precyzyjniejszych terminów do opisu pojęć związanych z elektrycznością. Oto niektóre z nich:

- ✓ **Ładunek elektryczny** — fundamentalna (tzn. niepodlegająca dyskusji) właściwość niektórych cząstek opisująca sposób ich wzajemnego oddziaływania między sobą. Wyróżnia się dwa rodzaje ładunku elektrycznego: dodatni i ujemny.

Cząstki tego samego typu (dodatnie lub ujemne) odpychają się, a przeciwnych typów — przyciągają.

- ✓ **Energia elektryczna** — rodzaj energii wytwarzanej przez naładowane elektrycznie cząstki. Za to płacisz elektrowni.
- ✓ **Prąd elektryczny** — ruch elektrycznie naładowanych cząstek. Jest to najszerzej znane wyjaśnienie elektryczności i na nim będziemy się koncentrować w tym rozdziale.

Jeśli więc uczynasz sobie pogawędkę z kumplami przy szklance wody, to możesz swobodnie używać słowa „elektryczność”, aby powiedzieć, co zasilą Twoją konsolę do gier. Jeśli jednak będziesz stał tym słowem wśród zawodowych fizyków, to mogą nie zechcieć z Tobą rozmawiać.

## Wydobywanie ładunku z elektronów

**Atomy** to podstawowy składnik, z którego zbudowane jest wszystko we wszechświecie, zarówno to, co stworzyła natura, jak i wytwory człowieka. Są tak małe, że w jednej drobinie kurzu mieści się ich wiele milionów, a więc wyobraź sobie, ile ich musi być w średniego wzrostu zawodniku sumo. W każdym atomie są **elektrony**, które znajdują się poza jego środkiem, czyli **jądrem**. Wszystkie elektrony mają ujemny ładunek elektryczny i przyciągają inny rodzaj maleńkich cząstek, które nazywamy **protonami**. Protony mają ładunek dodatni i znajdują się w jądrze atomu.



**Ładunek elektryczny** to właściwość niektórych cząstek, elektronów, protonów i kwarków (tak, właśnie kwarków), określająca sposoby ich wzajemnego oddziaływania. Istnieją dwa rodzaje ładunku elektrycznego, którym nadano nazwy „dodatni” i „ujemny” (nazwy te nie mają żadnego związku z prawdziwym znaczeniem tych słów, równie dobrze można by używać nazw „Flip” i „Flap” albo „północ” i „południe”). Cząstki o takim samym rodzaju ładunku odpychają się, a cząstki o różnych rodzajach ładunku — przyciągają. Dlatego właśnie elektrony i protony czują do siebie taki silny pociąg.

W typowych warunkach atom zawiera tyle samo protonów, co elektronów, i wówczas mówi się, że jest **elektrycznie obojętny**. Siła przyciągająca protony do elektronów działa jak niewidzialny klej, który utrzymuje cząstki atomu razem, podobnie jak grawitacja ziemska utrzymuje Księżyc w pobliżu naszej planety. Elektrony znajdujące się najbliżej jądra są związane z atomem silniej niż elektrony znajdujące się nieco dalej. Niektóre atomy trzymają swoje dalsze elektrony bardzo mocno, podczas gdy inne są bardziej rozluźnione.

## Mobilizowanie elektronów w przewodnikach

Materiały, które lubią zatrzymywać elektrony przy sobie (np. powietrze i tworzywa sztuczne), nazywamy **izolatorami**. Natomiast materiały takie jak miedź, aluminium i inne metale, w których elektrony położone dalej od jądra atomu nie są z nim mocno związane, nazywamy **przewodnikami**.

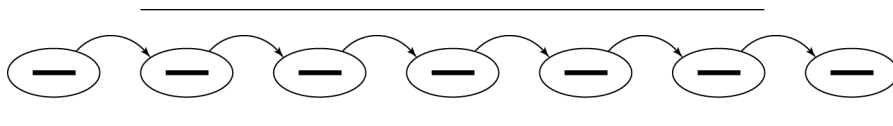
W metalach elektrony położone daleko od jądra atomu są tak słabo przyciągane, że mogą wyrwać się na wolność i wędrować między atomami. Te wolne elektrony można porównać do owiec pasących się na zboczach wzgórze — kręcą się bez celu po okolicy, ale nie oddalają się zbyt daleko ani nie poruszają się w żadnym ściśle określonym kierunku. Jeśli jednak zastosujemy jakiś specjalny bodziec, wszystkie te elektrony z przyjemnością zaczną podążać w jedną stronę. **Prąd elektryczny** (często nazywany elektrycznością) to masowy ruch elektronów w przewodniku, wymuszony przez siłę, która działa na nie z zewnątrz.

Wydaje się, że ruch ten rozpoczyna się natychmiast. Jest to spowodowane tym, że wszystkie wolne elektrony — na całej długości przewodnika — zaczynają się ruszać mniej więcej jednocześnie.

Porównajmy to z grupą ludzi podających sobie wiadra podczas gaszenia pożaru. Mamy kilka osób ustawionych w rzędzie, każda z nich trzyma w rękach wiadro wody. Osoba będąca na początku kolejki napełnia puste wiadro wodą, a osoba znajdująca się na końcu wylewa wodę z wiadra. Na specjalną komendę każda osoba podaje swoje wiadro osobie

po swojej lewej stronie i odbiera wiadro od sąsiada z prawej strony. Mimo iż każde wiadro pokonało tylko bardzo krótką drogę (z rąk jednej osoby do następnej), to może się wydawać, że jedno wiadro przebyło cały dystans od pierwszej do ostatniej osoby w kolejce. Podobnie jest z prądem elektrycznym — każdy elektron przechodzi na miejsce poprzedniego wzdłuż przewodnika (rysunek 1.2).

**Rysunek 1.2.**  
Ruch elektronów w przewodniku można porównać do grupy osób podających sobie wiadra z ręki do ręki



Prąd elektryczny to królestwo maleńkich cząstek, które czasami oddziałują między sobą w ogromnych ilościach. Dlatego do jego opisu potrzebne są specjalne jednostki miary. Na przykład jeden **kulomb** oznacza ładunek przenoszony przez  $6,24 \times 10^{18}$  (czyli 624 i 16 zer) elektronów. Jeśli jeden kulomb ładunku przepływa przez dowolną płaszczyznę w ciągu jednej sekundy, to mówimy, że natężenie prądu elektrycznego wynosi jeden **amper** (w skrócie 1 A). To bardzo duża liczba elektronów, znacznie większa niż liczba elektronów przepływających w typowym układzie elektronicznym. W elektronice prąd częściej mierzy się w **miliamperach** (mA). Jeden miliamper to jedna tysięczna ampera.

## Wprawianie elektronów w ruch

Prąd elektryczny to przepływ ujemnie naładowanych elektronów przez przewodnik wskutek działania pewnej siły. Ale co to za siła, która sprawia, że elektrony poruszają się w uporządkowany sposób? Co zarządza elektryczną brygadą pożarową z wiadrami?



Siła wprawiająca elektrony w ruch to **napięcie**, które mierzy się w jednostkach o nazwie **wolt** (w skrócie V). Jeśli do przewodnika przyłożysz odpowiednio silne napięcie, to znajdujące się w nim wolne elektrony zaczną poruszać się w jednym kierunku, tak jak owce zaganiane do zagrody, tylko dużo szybciej.

Napięcie można sobie wyobrazić jako ciśnienie. Tak jak ciśnienie wody powoduje jej przepływ przez rury i zawory, tak napięcie pcha elektrony przez przewodniki. Im wyższe ciśnienie, tym silniejsza siła popychająca — a więc im wyższe napięcie, tym silniejszy jest prąd przepływający przez przewodnik.



W opisach napięcia elektrycznego czasami można spotkać też takie określenia, jak **różnica potencjałów**, **potencjał napięcia**, **spadek potencjału** czy **spadek napięcia**. Nie musisz się na razie nimi przejmować. Więcej o tych pojęciach dowiesz się z rozdziału 2.

## Doświadczenie elektryczności

Możesz na własnej skórze odczuć przepływ elektronów. Wystarczy, że w suchy dzień potrzęs stópami o dywan, a następnie dotkniesz klamki u drzwi. Trzaśnięcie, które usłyszysz (i iskra, która może się pojawić), jest efektem przeskoczenia elektrycznie naładowanych cząstek z Twojego palca na klamkę. Nazywamy to **elektrycznością statyczną**. Jest to nagromadzenie się elektrycznie naładowanych cząstek w jednym miejscu; są one statyczne (nieruchome) aż do momentu zbliżenia i przyciągnięcia ich do przeciwnie naładowanych cząstek.

Innym przykładem elektryczności statycznej jest błyskawica (aczkolwiek lepiej jej nie doświadczać na własnej skórze), którą wywołują naładowane cząstki podróżujące między chmurami lub od chmury do ziemi. Poruszające się naładowane cząstki uwalniają energię, którą obserwujemy w postaci błyskawic i grzmotów.

Kto potrafi zmusić wystarczającą liczbę naładowanych cząstek do poruszania się i umie zapanować nad wyzwalaną przez nie energią, może tę energię wykorzystać do zasilania żarówek i innych urządzeń.

## Wykorzystywanie energii elektrycznej do wykonywania pracy

Jednym z pionierów badań nad elektrycznością był Benjamin Franklin, autor wielu terminów i pojęć (np. *prąd*, ang. *current*), które dziś doskonale wszyscy znamy. Wbrew powszechnej opinii Franklin nie trzymał klucza znajdującego się na końcu sznurka przyczepionego do latawca w czasie owej pamiętnej burzy w 1752 roku (gdyby go trzymał, to nie wzięłby udziału w wojnie o niepodległość Stanów Zjednoczonych). Możliwe, że przeprowadził ten eksperyment, ale na pewno w czasie jego trwania nie miał klucza w ręce.

Franklin zdawał sobie sprawę z tego, jak niebezpieczna i zarazem potężna jest elektryczność. Po zapoznaniu się z jego pracą wiele osób zastanawiało się, czy elektryczność można wykorzystać w praktyce. Naukowcy i wynalazcy, tacy jak Michael Faraday czy Thomas Edison, rozwinęli prace Franklina i odkryli różne sposoby panowania nad energią elektryczną oraz możliwości jej wykorzystania.



Zanim zaczniesz fascynować się możliwościami wykorzystania energii elektrycznej, zwróć uwagę na straszną ikonę ostrzeżenia, którą widać po lewej stronie. Pamiętaj, że ponad 250 lat temu Benjamin Franklin wiedział już, jak należy postępować z elektrycznymi siłami natury. Ty również postępuj z rozwagą. Śmiertelnie niebezpieczne mogą być nawet niewielkie ilości ładunku elektrycznego, jeśli dojdzie do spłotu niekorzystnych warunków. Potencjalne niebezpieczeństwa, jakie niesie ze sobą praca z prądem, oraz sposoby ochrony przed nimi opisaliśmy w rozdziale 9. Ale już teraz bądź ostrożny!

Z tej części rozdziału dowiesz się, jak elektrony przenoszą energię i jak można ją wykorzystać do wykonywania pracy.



## Wykorzystywanie energii elektrycznej

Podróżujące elektrony przenoszą energię z jednego końca przewodnika na drugi. Takie same ładunki się odpychają — każdy elektron odpycha swojego sąsiada bezdotykową siłą, przesuwając go wzdłuż przewodnika. W ten sposób energia jest przesyłana przez przewodnik.

Jeśli wiesz, jak przetransportować tę energię do urządzenia, które może wykonać określoną pracę, np. żarówki, silnika albo głośnika, to możesz jej użyć na własną korzyść. Energia elektryczna przenoszona przez elektrony jest pobierana przez dane urządzenie, które następnie zamienia ją na inną postać, np. światło, ciepło albo energię mechaniczną. To właśnie dzięki tej przemianie drucik w żarówce się żarzy, wirnik silnika się obraca, a membrana w głośniku drga.



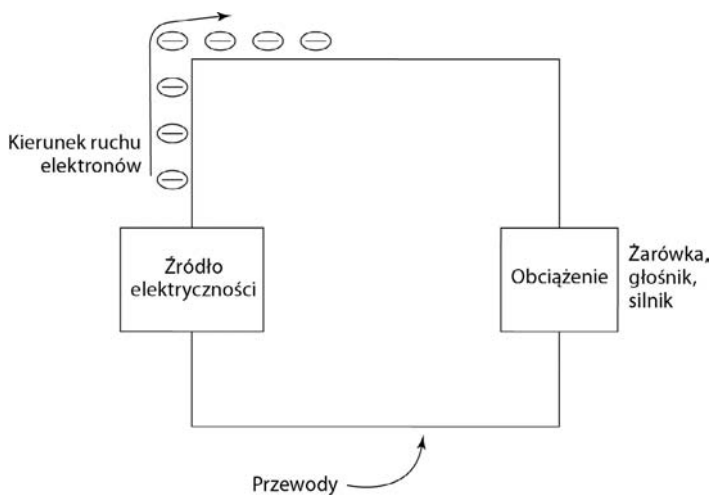
Ponieważ płynących elektronów nie widać — i lepiej nie dotykać przewodnika — aby ułatwić sobie zrozumienie, na czym polega ujarzmianie energii elektrycznej, pomyśl o wodzie. Jedna kropla wody na niewiele się zda (i nikogo nie skrzywdzi), ale wystarczy wziąć dużą liczbę takich kropeł, połączyć je, przepuścić przez kanał, którego wylot jest skierowany na jakiś przedmiot (np. koło wodne), i już można wykorzystać energię wody do swoich celów. Podobnie jak miliony kropeł wody poruszające się w jednakowym kierunku tworzą prąd, miliony elektronów poruszających się w tym samym kierunku tworzą prąd elektryczny. W istocie Benjamin Franklin również zauważył, że elektryczność zachowuje się podobnie do cieczy i ma nawet podobne do niej właściwości, tzn. „prąd” i „ciśnienie” (ale pewnie nie polecałby nam jej pić).

Ale skąd się bierze pierwotna energia, ta, dzięki której elektrony w ogóle zaczynają się ruszać? Pochodzi ona ze źródła energii elektrycznej, np. baterii (omówienie źródeł energii elektrycznej znajduje się w rozdziale 2.).

## Umożliwianie elektronom dotarcia we właściwe miejsce

Prąd elektryczny nie może płynąć wszędzie (gdyby mógł, to cały czas byłibyśmy nim rażeni). Elektrony mogą płynąć tylko wówczas, gdy zapewnimy im zamkniętą przewodzącą ścieżkę, czyli **obwód**, po której będą mogły się poruszać, oraz zainicjujemy przepływ za pomocą baterii lub innego źródła energii elektrycznej. Miedź i inne materiały przewodzące często formuje się w przewody (druty), które są następnie wykorzystywane do wytwarzania „ścieżek” przepływu wolnych elektronów i kierowania energii elektrycznej do żarówek i innych urządzeń. Tak jak w przypadku rur wodnych, im większą średnicę ma przewód, tym łatwiej mogą poruszać się w nim elektrony.

Jeśli w obwodzie występuje przerwa (jest to wówczas tzw. **obwód otwarty**), to elektrony przestają płynąć, szybko przechodzą w przewodniku w stan elektrycznie obojętny. Można to porównać do litra wody przepływającego przez niezatkaną rurę. Woda szybko w całości wyleci na zewnątrz i przestanie płynąć. Gdyby płynęła w obiegu zamkniętym, to poruszałaby się tak długo, jak długo byłaby do tego zmuszana. Aby utrzymać ruch elektronów, trzeba zbudować **obwód elektryczny**. Na rysunku 1.3 widać, że każdy obwód musi zawierać trzy podstawowe elementy, aby elektrony mogły w nim płynąć i dostarczać energię do urządzenia, które ma wykonać pracę:



**Rysunek 1.3.** Obwód elektryczny składa się ze źródła zasilania, obciążenia i przewodów, którymi płynie prąd elektryczny

- ✓ **Źródło energii elektrycznej** — źródło dostarcza siłę, która popycha elektrony w obwodzie. Czasami źródło energii elektrycznej nazywa się jeszcze takimi terminami, jak **źródło elektryczne**, **źródło zasilania**, **źródło napięcia** albo **źródło energii**. Źródła energii elektrycznej opisaliśmy w rozdziale 2.
- ✓ **Obciążenie** — jest to element obwodu elektrycznego, który pochłania energię (np. żarówka albo głośnik). Stanowi on punkt docelowy, do którego ma być przesłana energia.
- ✓ **Przewody** — umożliwiają przepływ elektronów od źródła do obciążenia.

Elektrony są „popychane” przez źródło i w przewodach zaczyna płynąć prąd elektryczny do obciążenia, w którym energia elektryczna zostaje zamieniona na coś innego — np. światło.

## Pracujące elektrony dostarczają moc

W przypadku elektronów dostarczających energię do żarówki i innych urządzeń słowo „praca” jest używane w rozumieniu fizycznym. **Praca** to ilość energii wykorzystanej przez urządzenie w określonym czasie przy sile (napięciu) zastosowanej do zbioru elektronów w tym urządzeniu. Im więcej elektronów wepchniemy do urządzenia oraz im silniej będziemy je popychać, tym więcej energii elektrycznej wyzwolimy i tym więcej pracy będzie mogło być wykonane (np. żarówka będzie jaśniej świecić albo w silniku szybciej będzie się obracał wirnik). Sumę energii zużytej podczas wykonywania pracy w określonym przedziale czasu nazywa się **mocą** i mierzy się ją w **watach**. Aby obliczyć moc, należy pomnożyć siłę (napięcie) przez rozmiar strumienia elektronów (natężenie):

$$\text{Moc} = \text{napięcie} \times \text{natężenie}$$

Obliczenia mocy są w elektronice bardzo ważne, ponieważ pozwalają określić, jaką ilość energii podzespoły elektroniczne są w stanie wytrzymać. Jeśli do elementu elektronicznego „wpompujemy” zbyt dużo elektronów, wytworzy się nadmierna ilość ciepła i element ten może ulec uszkodzeniu (spalić się). Na wielu częściach elektronicznych znajduje się oznaczenie maksymalnego poboru mocy, dzięki czemu można nie dopuścić do ich uszkodzenia. Przypominamy o tym jeszcze w dalszych rozdziałach, przy opisie poszczególnych elementów i ich mocy znamionowej.

# Co elektrony potrafią zrobić (gdy tylko się nimi odpowiednio pokieruje)?

Wyobraź sobie, że do pary głośników podłączasz prąd, którym w żaden sposób nie sterujesz i któremu nie nadajesz żadnego „kształtu”. Co byś usłyszał? Na pewno nie muzykę! Przy użyciu odpowiednich, właściwie połączonych elementów elektronicznych można sprawić, aby membrana głośnika drgała w określony sposób i wytwarzała rozpoznawalne dźwięki, np. mowę lub muzykę (oczywiście jakąś konkretną). Gdy umiemy sterować przepływem elektronów, możemy zrobić z prądem elektrycznym wiele rzeczy.



Elektronika w całości opiera się na wykorzystaniu specjalnych urządzeń, nazywanych **elementami elektronicznymi** (są to np. rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne i tranzystory, które opisaliśmy odpowiednio w rozdziałach 3., 4., 5. i 6.), do sterowania prądem (czyli przepływem elektronów) w taki sposób, aby zmusić go do wykonania określonych zadań.

W prostych urządzeniach elektronicznych do sterowania przepływem prądu używa się tylko kilku elementów elektronicznych. Jako przykład można wymienić ściemniacz, kontrolujący przepływ prądu do żarówki, lecz większość układów elektronicznych to znacznie bardziej skomplikowane systemy. Zamierzony cel jest w nich uzyskiwany poprzez połączenie wielu elementów elektronicznych w obwód lub obwody. Najlepsze jest to, że gdy pozna się istotę działania kilku takich elementów oraz nauczy się stosować do nich pewne podstawowe zasady, to można zacząć rozumieć i samodzielnie budować obwody elektroniczne spełniające ciekawe funkcje.

W tym podrozdziale przedstawiamy tylko próbkę tego, co można zrobić, odpowiednio sterując elektronami w obwodach elektronicznych.

## Wytwarzanie dobrych wibracji

Elementy elektroniczne znajdujące się w Twoim iPodzie, odtwarzaczu samochodowym i innych systemach audio zamieniają energię elektryczną w dźwięk. W każdym z tych przypadków funkcję obciążenia, czyli miejsca docelowego dla płynących elektronów, pełnią głośniki. Zadaniem elementów elektronicznych jest nadanie płynącemu do głośników prądowi takiego „kształtu”, aby wprawiał ich membrany w ruch, który spowoduje odtworzenie oryginalnego dźwięku.

## Zobaczyć znaczy uwierzyć

W systemach wizualnych elementy elektroniczne są wykorzystywane do sterowania czasem i intensywnością emisji światła. Wiele przyrządów do zdalnego sterowania urządzeniami takimi jak Twój fotel firmy La-Z-Boy emituje promieniowanie podczerwone, gdy jest naciskany jeden z ich przycisków. Promieniowanie to ma pewne znaki szczególne, stanowiące rodzaj kodu odbieranego przez sterowane urządzenie, który informuje je, co ono ma robić.

Wewnętrzna powierzchnia ekranu w telewizorze kineskopowym (takie jeszcze istnieją?) jest pokryta luminoforem, który świeci, gdy uderza w niego wiązka elektronów. Układy elektroniczne znajdujące się w telewizorze kontrolują kierunek i intensywność wiązek elektronów, określając w ten sposób pojawiający się na ekranie obraz. Oświecenie!

## ***Wyczuwanie i alarmowanie***

Urządzenia elektroniczne mogą wykonywać pewne działania w odpowiedzi na dany poziom intensywności światła, ciepła, dźwięku czy jakiś ruch. **Czujniki** elektroniczne wytwarzają lub zmieniają prąd elektryczny pod wpływem jakiegoś bodźca. Mikrofonów, czujników ruchu, czujników temperatury i czujników światła można używać do wzbudzenia wybranych elementów elektronicznych w celu np. aktywacji automatycznego otwierania drzwi albo włączania alarmu.

## ***Sterowanie ruchem***

Elektronikę często wykorzystuje się do włączania i wyłączania silników oraz kontrolowania intensywności ich obrotów. Z kolei sterując silnikami, można kontrolować działanie napędzanych nimi mechanizmów. Urządzenia elektroniczne znajdują się w robotach, samolotach, raketach kosmicznych, windach itp.

## ***Rozwiązywanie problemów (czyli używanie komputerów)***

Ludzie żyjący w starożytności (tzn. bardzo dawno temu, nie dotyczy to Twoich dziadków) do wykonywania obliczeń arytmetycznych używali abakusa. My w tym samym celu posługujemy się kalkulatorami i komputerami. W abakusie liczby były symbolizowane koralikami, które przesuwano, aby wykonać obliczenia. W komputerach natomiast liczby, znaki i inne dane mają postać wzorów energii elektrycznej, a obliczenia wykonujemy poprzez manipulowanie tymi wzorami za pomocą elementów elektronicznych (oczywiście elektrony robotnicy tak naprawdę nie mają pojęcia, że przeprowadzają obliczenia). Jeśli masz pod ręką swój tajny pierścień dekodujący, to możesz dany wzór rozszyfrować, aby sprawdzić, jaką liczbę w nim zakodowano (albo możesz zdać się w tej kwestii na elektronikę wyświetlacza).

## ***Komunikacja***

Znajdujące się w Twoim telefonie komórkowym układy elektroniczne zamieniają dźwięk Twojego głosu w sygnał elektryczny, modyfikują ten sygnał (poddając go kompresji i kodując w celu przygotowania do wysłania), przekształcają go na sygnał radiowy, a następnie wysyłają do stacji przekaźnikowej. Inne układy w Twoim telefonie odbierają przychodzące ze stacji sygnały i dekodują zawarte w nich komunikaty na dźwięk głosu Twojego znajomego (który słyszysz w słuchawce).

Oparte na elektronice systemy komunikacyjne transmisji danych, których używasz za każdym razem, gdy dokonujesz zakupów przez internet, zamieniają Twoje materialistyczne pragnienia w zamówienia sklepowe i przy okazji wysysają pieniądze z Twojego konta.

# Skorowidz

---

## A

AC, *Patrz* prąd zmienny  
akumulator  
  niklowo-kadmowy (NiCd), 176  
  niklowo-metalowo-wodorowy (NiMH), 176  
alarm świetlny, 323  
  praktyczne zastosowania, 324  
  schemat, 323  
amper, *Patrz* prąd elektryczny  
amperomierz, 226, 251  
  symbol, 226  
analizator stanów logicznych, 267, 338  
  brak wskazania, 270  
  próbna, 268  
  pulsowanie, 270  
  wskaźnik stanu niskiego, 269  
  wskaźnik stanu wysokiego, 269  
antena, 50, 183  
atom, 29  
  dziura elektronowa, 121  
  elektron, 28, 29  
  elektron walencyjny, 120  
  elektrycznie obojętny, 29  
  jądro atomowe, 29  
  proton, 29  
  wiązania kowalentne, 120

## B

bajt, 151  
bateria, 38, 78, 288  
  alkaliczna, 176  
  anoda, 38  
  blokowa, 174  
  cynkowo-węglowa, 175  
  czas życia, 177

katoda, 38  
litowa, 176  
ogniwo, 39  
  sprawdzenie napięcia, 280  
bezpiecznik, 265  
  sprawdzanie, 265  
bit, 50, 149, 150, 151, 155  
bramka logiczna, 151, 305  
  AND („i”), 151  
  NAND („nie i”), 151  
  NOR („nie lub”), 152  
  NOT („nie”, inwerter), 152  
  OR („lub”), 151  
  XOR („wykluczające lub”), 152  
budowa bramki OR z trzech bramek  
  NAND, 307  
styk, 152  
symbole, 152, 223  
tablica prawdy, 153  
bramka uniwersalna, 153  
brzęczyk, 186  
  parametry, 187  
brzęczyk piezoelektryczny, 186

## C

cewka indukcyjna, 46, 101, 106  
  budowa, 104  
  druć, 103  
  ekranowanie, 109  
  izolowanie, 109  
  napięcie wsteczne, 104  
  połączenia równoległe, 110  
  połączenia szeregowo, 109  
  rdzeń, 103  
  zastosowanie, 108  
  zwarcie, 105

częstotliwość, 41  
herc, 41  
czujnik  
promieniowania podczerwonego, 184  
światła, 183  
elektroniczny, 35, 181  
nacisku i położenia, 183

## D

DC, *Patrz* prąd stały  
demodulator, 50  
detektor podczerwieni, 317  
schemat, 318  
dielektryk, *Patrz* izolator  
dioda, 46, 124, 288  
anoda, 123  
budowa bramek logicznych, 132  
elektroluminescencyjna, *Patrz* dioda LED  
identyfikacja, 126  
katoda, 123  
LED, 55, 130, 288  
prąd przewodzenia, 130  
prąd szczytowy, 130  
włączanie, 300  
napięcie polaryzacji, 124  
napięcie przewodzenia, 124  
napięcie wsteczne, 124  
natężenie znamionowe, 126  
niespolaryzowana, 125  
ochrona przed przepięciami, 131  
pojemnościowa, 89  
polaryzacja przewodzenia, 124  
polaryzacja zaporowa, 124  
polaryzacja, 124  
półprzewodnikowa, 123  
prąd przewodzenia, 124  
prąd wsteczny, 125  
prostowanie elektryczne, 123  
prostownicza, 128  
mostek prostowniczy, 128  
prostowanie pełnookresowe, 128  
prostowanie półokresowe, 128  
przewodzenie prądu, 125  
sposób podłączenia, 127  
sprawdzanie, 263  
sterowanie przepływem prądu, 132  
sygnałowa, 128  
szczytowe napięcie wsteczne, 125

wartości znamionowe, 126  
wartość szczytowego napięcia wstecznego, 126  
zastosowanie, 127  
Zenera, 122, 129, 301  
moc znamionowa, 129  
napięcie przebicia, 129  
regulowanie napięcia, 129  
złączowa, 123  
zmniejszanie napięcia, 299  
dławik, 104  
doprowadzenie, 43  
dostarczanie energii elektrycznej, 37  
drugie prawo Kirchhoffa, 44, 289  
dyrektywa RoHS, 343  
działanie prądu elektrycznego na ludzkie ciało,  
207  
dzielnik napięcia, 55, 56, 70, 302

## E

efekt piezoelektryczny, 114, 182  
elektromagnes, 103, 104  
elektromagnetyzm, 102  
elektroniczny kompas, 321  
konstrukcja, 322  
schemat, 321  
elektronika półprzewodników, 123  
elektryczność, 28, 31, 102, *Patrz* również prąd  
elektryczny  
elektryczność statyczna, 31  
elementy elektroniczne, 34  
bierne, 47  
czynne, 47  
wybór, 46  
energia elektryczna, 28  
energia wtórna, 39, *Patrz* również energia  
elektryczna

## F

farad, *Patrz* pojemność elektryczna  
filtr, 97  
częstotliwość graniczna, 99, 111  
dolnoprzepustowy, 98, 111  
górnoprzepustowy, 98, 111  
środkowoprzepustowy, 100  
środkowozaporowy, 100, 114  
tłumienie, 99  
format cyfrowy, 50

fotodioda, 143, 177, 181  
 fotoogniwa, *Patrz* ogniwa słoneczne  
 fotorezystor, 181  
 fototranzystor, 145, 181

## G

generator  
 efektów świetlnych, 327  
 schemat, 328  
 funkcji, 281, 335  
 podstawy czasu, 336  
 tonów, 320  
 głośnik, 50, 185  
 impedancja, 185  
 moc znamionowa, 186  
 pasmo częstotliwości, 185  
 głowice odczytu danych z taśm magnetycznych, 184

## H

henr, *Patrz* indukcyjność  
 herc, *Patrz* częstotliwość

## I

impedancja, 70, 112  
 indukcja elektromagnetyczna, 40, 103  
 indukcyjność, 104, 109, *Patrz* również samoindukcja  
 henr, 104  
 indukcyjność wzajemna, 115  
 inwerter, *Patrz* bramka NOT  
 izolator, 29, 78

## K

kabel, 173  
 ekran, 173  
 kabel taśmowy, 174  
 kondensator, 46, 77, 78, 81, 288  
 blokowanie przepływu prądu stałego, 82  
 budowa, 78  
 całkowite rozładowanie, 95  
 charakterystyka, 83, 84  
 ładowanie, 79, 94, 95, 296  
 łączenie równoległe, 89  
 łączenie szeregowo, 90

magazynowanie energii elektrycznej, 82  
 napięcie znamionowe, 85  
 odczytywanie wartości, 87  
 oznaczenia pojemności, 88  
 oznaczenia tolerancji, 88  
 pojemność zastępcza, 91  
 polaryzacja, 86  
 rozładowywanie, 79, 296  
 rozmiary, 85  
 sprawdzanie, 262  
 sprzęgający, 82  
 stan pełnego naładowania, 94  
 symbole, 86, 89  
 tolerancja, 88  
 tworzenie zegarów, 82  
 wybieranie częstotliwości, 83  
 wybór rodzaju, 85  
 wygładzający, 82  
 wygładzanie napięcia, 82  
 zmienny, 89

konstrukcja domowego alarmu, 319  
 końcówka, 38  
 kryształ, 114  
 kryształ kwarcowy, *Patrz* kryształ  
 kulomb, *Patrz* ładunek elektryczny

## L

licznik dziesiętny 4017, 167  
 schemat wyprowadzeń, 167  
 logika cyfrowa, 149  
 lutowanie, 193, 209, 238, 242  
 bezpieczeństwo, 242  
 lut, 193  
 lutownica, 194  
 podstawka lutownicy, 194  
 stacja lutownicza, 194  
 stop lutowniczy, 194  
 technika lutowania, 239  
 zimny lut, 241  
 złącze lutowane, 193

## Ł

ładunek elektryczny, 28, 29  
 dodatni, 29  
 kulomb, 30  
 ujemny, 29  
 łącznik dotykowy, 305

**M**

magnes, 40, 103  
magnetyzm, 102  
mały wzmacniacz, 324  
  schemat, 325  
  szczegóły konstrukcji, 325  
masa, 44, 45  
  obudowy, 218  
  odniesienia, *Patrz* masa  
  oznaczanie połączeń, 218  
  pływająca, 45  
  sygnałowa, 219  
  symbole, 216  
McComb Gordon, 15  
miernik częstotliwości, 283, 334  
  przelicznik wstępny, 335  
migacz LED, 312  
  budowa obwodu, 313  
  schemat obwodu, 311  
mikrofon, 182  
  membrana, 182  
  dynamiczny, 182  
  krystaliczny, 182  
  pojemnościowy, 182  
  światłowodowy, 182  
mikrokontroler, 168  
mikroukład, *Patrz* układ scalony  
mobilizowanie elektronów  
  w przewodnikach, 29  
moc, 33  
  wat, 33  
modyfikowanie napięcia, 55  
multimetr, 195, 250, 288  
  analogowy, 252  
  budowa, 254  
  cyfrowy, 253  
  kalibracja, 256  
  maksymalny zakres pomiarowy, 255  
  pomiar napięcia prądu, 258  
  pomiar natężenia prądu, 258  
  pomiar rezystancji, 260  
  pomiar wyższych wartości, 256  
  sprawdzanie bezpieczników, 265  
  sprawdzanie diody, 263  
  sprawdzanie kondensatora, 262  
  sprawdzanie obwodów, 266  
  sprawdzanie potencjometru, 261

  sprawdzanie przełącznika, 265  
  sprawdzanie przewodów i kabli, 264  
  sprawdzanie rezystora, 261  
  sprawdzanie tranzystora, 263  
  wskazanie przekraczające zakres, 255  
  wybór zakresu pomiaru, 255  
  automatyczna zmiana zakresu, 253  
multiwibrator astabilny, 162, 310, 320  
multiwibrator bistabilny, 165  
multiwibrator monostabilny, 164

**N**

nadprzewodnik, 54  
napięcie elektryczne, 30  
  stabilizowanie, 301  
  wolt, 30

**O**

obwody mieszane, 49  
obwód  
  analogowy, 149  
  bierny, 47  
  czynny, 47  
  elektryczny, 27, 32, 33  
    obciążenie, 33  
    otwarty, 32, 43  
    przewody, 33  
    sterowanie, 27  
    wzrost napięcia, 44  
  logiczny, *Patrz* układ logiczny  
  RC, 94  
    stała czasowa, 96, 298  
    tworzenie zegara, 97  
    zmienianie stałej czasowej, 298  
  RL, 110  
  RLC, 112  
  równoległy, 294  
  strojony, 113  
  szeregowy  
    analiza, 289  
    budowa, 290  
    rozdzielanie napięcia, 293  
    sumowanie wartości napięcia, 291  
odsysacz  
  cyny, 195, 241  
  gruszkowy, 242  
  sprężynowy z ruchomym trzpieniem, 241



- ogniwa fotoelektryczne, *Patrz* ogniwa słoneczne
  - ogniwa fotowoltaiczne, *Patrz* ogniwa słoneczne
  - ogniwa słoneczne, 41
  - ograniczanie ilości prądu, 55
  - ograniczanie przepływu prądu, 53
  - om, *Patrz* rezystancja
  - omomierz, 226, 251
    - symbol, 226
    - sprawdzanie ciągłości połączenia, 252
  - oscylator, 114, 162
  - oscyloskop, 270, 271
    - konfiguracja i testowanie, 275
    - obrazowanie przebiegu akustycznego sygnału radiowego, 280
    - obserwacja przebiegu sygnałów, 271
    - opóźnienie podstawy czasu, 274
    - pamięć cyfrowa, 274
    - pasmo, 273
    - pomiar sygnału prądu zmiennego, 281
    - przebieg, 270, 271
    - przebieg prądu stałego (DC), 272
    - przebieg prądu zmiennego (AC), 272
    - przebieg sygnału cyfrowego, 272
    - przebieg sygnału pulsującego, 272
    - rozdzielczość, 274
    - sprawdzenie napięcia baterii, 280
    - wartość podstawy czasu, 273
    - wykonywanie pomiaru sygnałów elektrycznych, 278
    - zastosowanie, 274
  - owijanie, 246
  - oznaczanie elementów elektronicznych, 219
    - identyfikator, 219, 221
    - numer części, 219
    - symbole elementów analogowych, 221
    - wartość, 219
- P**
- panel słoneczny, 177
  - para Darlingtona, 305
  - perforowane płytki montażowe, 244
  - piezoelektryczność, 315
    - dysk piezoelektryczny, 315
    - obwód demonstracyjny, 316
  - piksel, 51
  - płytką obwodu drukowanego, *Patrz* płytką PCB
  - płytką PCB, 247
    - laminat, 247
    - okładzina, 247
  - płytką stykową, 287
  - płytką uniwersalną, 243
  - płytki obwodów drukowanych, 61
    - montaż powierzchniowy, 61
  - płytki prototypowe, *Patrz* płytki stykowe
  - płytki stykowe, 201, 231
    - budowa, 232
    - konstruowanie układów elektronicznych, 234
    - otwory wtykowe, 231
    - pojemność pasywna, 238
    - rozmiary, 233
    - topografia układu, 235
    - zapobieganie uszkodzeniom, 237
  - pojemność elektryczna, 83
    - farad, 83
    - mikrofarad, 83
    - pikofarad, 83
  - połączenia równoległe, 48
  - połączenia szeregowo, 47
  - potencjometr, 56, 57, 60, 288
    - budowa, 59
    - dostrojczy, 60
    - nastawny, *Patrz* potencjometr dostrojczy
    - obrotowy, 59
    - sprawdzanie, 261
    - suwakowy, 60
  - poziom rezystancji, 54
    - długość materiału, 54
    - przekrój materiału, 54
    - rodzaj materiału, 54
    - temperatura, 54
  - półprzewodnik, 41, 119
    - akceptor, 121
    - domieszkowanie, 121
    - donor, 121
    - napięcie przebiecia, 122
    - złącze p-n, 122, 123
  - półprzewodnik typu n, 121
  - półprzewodnik typu p, 121
  - półprzewodnikowy czujnik temperatury, 184
  - półsumator, 154
    - tablica prawdy, 154
  - praca, 33

prawo Joule'a, 74, 75  
zastosowanie, 75

prawo Ohma, 49, 53, 66, 67, 75, 289  
projektowanie i modyfikowanie obwodów, 73  
weryfikowanie, 291  
zastosowanie, 68, 70, 93

prąd elektryczny, 28, 29, 30, 37, 42  
amper, 30  
indukcja, 40, 103, *Patrz* również indukcja elektromagnetyczna  
kierunek odniesienia prądu, 42  
mierzenie bardzo małych wartości, 304  
miliamper, 30  
sposoby kontrolowania, 46  
sterowanie, 34, 45  
umowny kierunek prądu, 42

prąd konwencjonalny, 216

prąd stały, 38, 39, 205

prąd zmienny, 38, 40, 205  
chwilowy, 40  
częstotliwość, 41  
fala sinusoidalna, 40  
napięcie, 40  
napięcie międzyszczytowe ( $U_m$ ), 40  
wartość skuteczna ( $U_s$ ), 40  
wartość szczytowa, 40  
wartość szczytowa napięcia, 40

prostownik, 120, 128

prostownik pełnokresowy, 128

przełącznik, 180  
symbol, 224

przełącznik, 179  
DPDT, 180  
DPST, 180  
dwustabilny, 179  
jednobiegowy, 180  
kołyskowy, 179  
listkowy, 179  
podwójny styk zwierny, 180  
pojedynczy styk zwierny, 180  
pozycja otwarta, 179  
pozycja zamknięta, 179  
przyciskowy, 179  
SPDT, 180  
sprawdzanie, 265  
SPST, 180  
symbole, 224  
suwakowy, 179

przepływ elektronów, *Patrz* prąd elektryczny

przerzutnik, 165

przetwornica prądu, 41

przetwornik wejściowy, 183, 184  
symbole, 225

przetwornik wyjściowy, 184  
symbole, 225

przewodnik, 29  
wolne elektrony, 29

przewód, 171  
jednożyłowy, 172  
wielożyłowy, 172

pulsator logiczny, 336

## R

radiator, 61

reakcja elektrochemiczna, 38

reakcyjność indukcyjna, 107, 108

reakcyjność pojemnościowa, 91, 92

rejestr, 155

reostat, 56, 57, 60

rezonans, 113, 114  
częstotliwość rezonansowa, 113  
obwód rezonansowy, 113

rezystancja, 53, *Patrz* również poziom rezystancji  
kiloom, 54  
megaom, 54  
om, 54  
rzeczywista, 56  
zastępcza, 62, 72

rezystor, 45, 46, 54, 288  
dobór do obwodu, 61  
łączenie równoległe, 63  
łączenie szeregowo, 62  
moc, 57  
moc znamionowa, 60  
sprawdzanie, 261  
symbole, 57  
tolerancja, 56, 57  
wartość znamionowa, 57, 58

rezystor stały, 56  
budowa, 57  
precyzyjny, 56  
standardowy, 56

rezystor zmienny, *Patrz* potencjometr, reostat

ręczny wykrywacz źródeł wody, 326  
 schemat, 326  
 rodziny układów logicznych, 166  
 rozlutowywanie, 241  
 różnica potencjałów, *Patrz* spadek napięcia  
 ruch elektronów, 30, *Patrz* również prąd elektryczny

## S

samoindukcja, 104, 115, *Patrz* również indukcyjność  
 schemat blokowy, 51  
 schemat ideowy, 22, 213  
 analiza, 226  
 połączenia, 214  
 szyna, 214  
 schemat połączeń, *Patrz* schemat ideowy  
 Shamieh Cathleen, 15  
 silnik prądu stałego, 187  
 elektromagnes, 187  
 komutator, 188  
 modulacja czasu trwania impulsu, 188  
 napięcie robocze, 188  
 prędkość obrotowa, 188  
 solenoid, 104  
 spadek napięcia, 44, 73  
 sprzężenie  
 pojemnościowe, 82  
 transformatorowe, 115  
 zmiennoprądowe, *Patrz* sprzężenie pojemnościowe  
 stabilizowanie napięcia, 301  
 stan logiczny, 150  
 niski, 267  
 pulsowanie, 267  
 wysoki, 267  
 wysokiej impedancji, 270  
 strumień magnetyczny, 102  
 linie strumienia, 102  
 sygnał  
 analogowy, 149  
 cyfrowy, 149  
 elektryczny, 50  
 analogowy, 50  
 cyfrowy, 50  
 wyjściowy, 51

symulator układów elektronicznych, 338  
 algorytm SPICE, 338  
 system  
 binarny, 149  
 liczba binarna, 150  
 potęga dwójki, 150  
 dwójkowy, *Patrz* system binarny  
 dziesiętny, 149  
 systemy liczbowe, 150  
 wykładnik potęgi, 150

## Ś

światlny bębenek, 317

## T

termistor, 54, 182  
 kalibracja, 182  
 NTC, 182  
 PTC, 182  
 termoogniwo, 184  
 transformator, 46, 101, 115  
 1:1, 116  
 izolacyjny, 116  
 obniżający napięcie, 117  
 podwyższający napięcie, 117  
 symbole, 116  
 uzwojenie pierwotne, 115  
 uzwojenie wtórne, 115  
 tranzystor, 46, 132, 139, 288  
 akcja tranzystora, 139  
 identyfikacja, 145  
 nasycenie, 138, 140  
 odcięcie, 140  
 polaryzacja, 140, 141  
 przełącznik, 140, 143  
 sprawdzanie, 263  
 tryb aktywny, 140  
 wzmacnianie prądu, 303  
 wzmacnianie sygnałów, 141  
 wzmocnienie napięciowe, 142  
 wzmocnienie prądowe, 138  
 zasada działania, 134  
 tranzystor bipolarny złączowy, 133  
 baza, 133  
 emiter, 133  
 kolektor, 133

tranzystor bipolarny złączowy  
maksymalna ilość rozpraszanej energii, 144  
maksymalne napięcie w obwodzie  
kolektor-emiter, 144  
maksymalne natężenie prądu kolektora, 144  
polaryzacja, 137  
tranzystor npn, 133  
tranzystor pnp, 133  
wzmocnienie prądu stałego, 144  
zasada działania, 135  
tranzystor Darlingtona, 143  
tranzystor mocy, 145  
tranzystor polowy, 133  
bramka, 133  
dren, 133  
JFET, 133  
MOSFET, 133  
zasada działania, 134  
źródło, 133  
tranzystor sygnałowy, 145  
tuner, 50  
tworzenie układów elektronicznych, 49

## U

układ 555, 161  
schemat wyprowadzeń, 161  
zastosowanie, 162  
układ elektroniczny, 28  
możliwość kontrolowania prądu, 28  
układ elektryczny, 28  
układ logiczny, 132  
układ scalony, 146, 147, 148, 288  
4081, 153  
cyfrowy, 149  
gęstość upakowania, 148  
identyfikacja, 155  
konwersja, 168  
liniowy (analogowy), 149  
mieszany, 149  
mikroprocesor, 168  
montaż powierzchniowy, 157  
montowanie, 243  
multipleksowanie, 168  
nota aplikacyjna, 159  
obudowa, 156

prąd wpływający, 158  
prąd wypływający, 158  
składanie, 156  
styki, 157  
wzmacniacz odwracający, 160  
wzmacniacz operacyjny, 160  
wzmacniacz różnicowy, 160  
układy zależne od częstotliwości, 336  
uniwersalna płytka drukowana, *Patrz* płytka drukowana  
uziemiaenie, 45  
używanie prądu zmiennego z elektrowni, 39

## W

waraktor, *Patrz* dioda pojemnościowa  
warikap, *Patrz* dioda pojemnościowa  
warsztat, 191  
materiały klejące, 199  
narzędzia ręczne, 196  
ochrona zdrowia i elementów elektronicznych, 205  
płytki stykowe, 201  
praca z obwodami prądu zmiennego, 208  
sprzęt do lutowania, 193  
sprzęt ochronny i pomocniczy, 200  
stół warsztatowy, 193  
środki bezpieczeństwa, 212  
środki czyszczące, 197  
środki smarne, 199  
uziemiaenie narzędzi, 212  
wyposażenie dodatkowe, 204  
zestaw początkowy, 203  
wat, *Patrz* moc  
wolt, *Patrz* napięcie elektryczne  
woltomierz, 45, 226, 251  
symbol, 226  
wprawianie elektronów w ruch, 30  
wspólna masa, 218, *Patrz* również masa  
wydobywanie ładunku z elektronów, 29  
wykorzystanie energii słonecznej, 177  
wykorzystywanie energii elektrycznej, 32  
wyladowania elektrostatyczne, 134, 210  
wytwarzanie pola magnetycznego, 102  
wzmacniacz, 50

## Z

zasilacz, 41  
zasilacz nastawny, 334  
zasilacz sieciowy, 178, *Patrz* również zasilacz  
zasilacz stabilizowany, *Patrz* zasilacz  
ziemia odniesienia, *Patrz* masa  
złącze, 173  
    bimetaliczne, 184  
    gniazdo wtykowe, 173  
    końcówka, 173  
    listwa zaciskowa, 173  
    symbole, 226  
    typu pin header, 174  
    wtyczka, 173  
zwój, 104

## Ź

źródło  
    podczzerwieni, 318  
    elektryczne, *Patrz* źródło napięcia  
    elektryczności, *Patrz* źródło napięcia  
    energii, *Patrz* źródło napięcia  
    napięcia, 33, 38  
    symbole, 216  
    napięcia stałego, 217  
    napięcia zmiennego, 218  
    zasilania, *Patrz* źródło napięcia

# Elektronika jest fascynująca! Spełnij swoje marzenia i dołącz do grona elektroników.

Jeżeli zastanawiałeś się kiedyś nad tym, jak działają urządzenia elektryczne, a teraz chciałbyś spróbować swoich sił i zbudować własny układ elektroniczny, potrzebujesz wiedzy z zakresu elektroniki i elektryczności. Brzmi strasznie? Nie bój się! Ta książka nie ma nic wspólnego ze skomplikowanymi podręcznikami, które znasz ze szkoły lub studiów. Tutaj wszystko zostało wytłumaczone w jasny i przystępny sposób. W trakcie lektury dowiesz się, jak działa Twój iPod, komputer i pilot do telewizora. Po przyswojeniu odpowiedniej dawki informacji teoretycznych czas na praktykę! „Żeby się nauczyć, trzeba się ubrudzić” — to ulubione powiedzenie autorów książki. Zobaczysz, jakie narzędzia są Ci potrzebne do pracy, a następnie przystąpisz do działania z lutownicą. Jeżeli zawsze marzyłeś o pobawieniu się elektroniką, świetnie trafiłeś. Ta książka jest właśnie dla Ciebie!

- **Poznaj zasady bezpiecznej pracy** — z prądem nie ma żartów, w trakcie pracy zawsze przestrzegaj podstawowych zasad bezpieczeństwa.
- **Wykorzystaj prawo Ohma** — znajdź zastosowania dla podstawowego prawa w świecie elektryczności: natężenie prądu elektrycznego płynącego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do wartości napięcia elektrycznego i odwrotnie proporcjonalne do rezystancji przewodnika.
- **Sprawdź możliwości układów scalonych** — w tych niewielkich elementach drzemie ogromny potencjał.
- **Czytaj ze zrozumieniem schematy układów elektronicznych** — dzięki tej umiejętności szybko wykonasz i uruchomisz układ przedstawiony na rysunku.

**Cathleen Shamieh** specjalistka w zakresie systemów przetwarzania mowy oraz telekomunikacji. Absolwentka prestiżowej uczelni Massachusetts Institute of Technology. Autorka publikacji dotyczących najnowszych zdobyczy techniki.

**Gordon McComb** autor licznych książek i artykułów poświęconych systemom operacyjnym, robotyce, elektronice. Prowadzi rubrykę *Robotics Resources* w *SERVO Magazine*, wiodącym czasopiśmie hobbystycznym dla elektroników w Stanach Zjednoczonych. Współpracuje z takimi firmami, jak Microsoft, Adobe, Technicolor, Verizon.



Otwórz tę książkę i poznaj:

- źródła prądu elektrycznego;
- ciekawe projekty, które szybko zrealizujesz we własnym zakresie;
- dobre sklepy, w których możesz kupić potrzebne elementy;
- zasady bezpiecznej pracy;
- prawo Ohma i jego konsekwencje;
- narzędzia, które będą Ci potrzebne do pracy;
- różnice pomiędzy elektroniką i elektrycznością.

PO ROZUM NA...

www.dlabystzakow.pl

Zamówienia telefoniczne:

☎ 0 801 339900 ☎ 0 601 339900

septem  
septem.pl

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

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

Cena 39,00 zł

ISBN 978-83-246-3332-6



WILEY

9 788324 633326