



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



Helion Wydawnictwo

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

e-mail: septem@septem.pl
redakcja: redakcja@septem.pl
informacje: o.ksiegarni.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 sprawią, 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

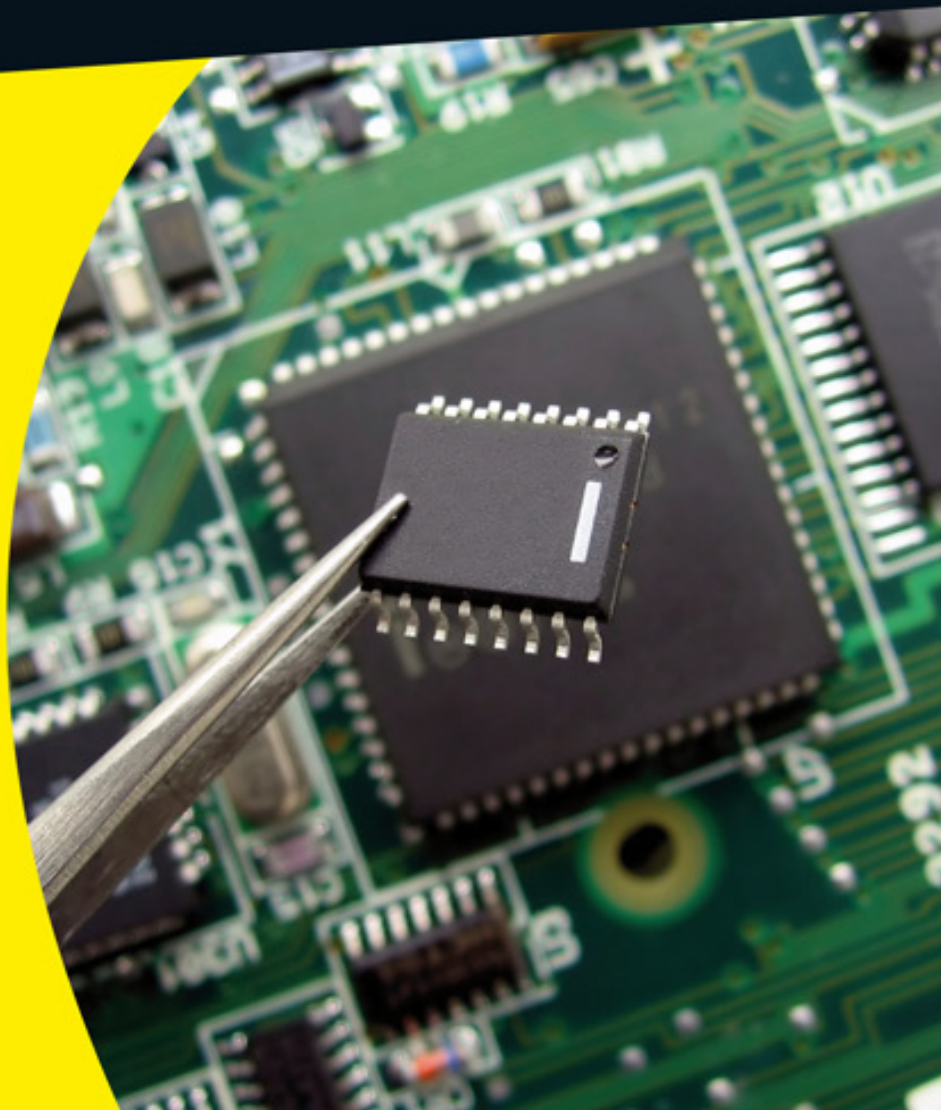
septem
septem.pl

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

O autorach	15
Podziękowania od autorów	17
Wstęp	19
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
 Część I: Podstawy elektroniki	25
Rozdział 1: Czym jest elektronika i co można dzięki niej zrobić?	27
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 (gdy 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 szeregowo i równoległe	47
Połączenia szeregowo	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

Rozdział 4: Wydobywanie ładunku z kondensatorów 77

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 zmiennie	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

Rozdział 5: Cewki indukcyjne i kryształy 101

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 podłączyć?	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
Nasycenie 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
Rewolucja 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
Upraszczanie 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: Urządzanie 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
Wypożyczenie 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

Rozdział 10: Czytanie schematów 213

Co to jest schemat i do czego służy?	213
Spojrzenie z szerokiej perspektywy	214
Połączenia są najważniejsze	214
Prosty obwód z baterią	215
Insygnia 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

Rozdział 11: Budowa układów elektronicznych 231

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
Rozdział 12: Wykonywanie pomiarów i analizowanie obwodów	249
Niezwykłe możliwości małego multimetru	250
Ależ to jest przecież woltomierz!	251
To także amperomierz!	251
Omomierz 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
Rozdział 13: Analizator stanów logicznych i oscyloskop	267
W głąb logiki	267
Analiza sygnałów przy użyciu oscyloskopu	270
Obserwacja przebiegu sygnałów	271
Pasmo i rozdzielczość oscyloskopu	273
Kiedy używać oscyloskopu?	274
Praca z oscyloskopem	275
Podstawowa konfiguracja i testowanie	275
Wyświetlanie 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
Część III: Przekuwanie teorii w praktykę	285
Rozdział 14: Podstawy budowy układów elektronicznych	287
Przygotowanie do pracy	287
Zobaczyć znaczy wierzyć — prawo Ohma naprawdę 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
Zmienianie 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 słyhać 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
Dyrektyna RoHS	343
Nowe, używane czy z wyprzedaży?	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
-

Większość 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.

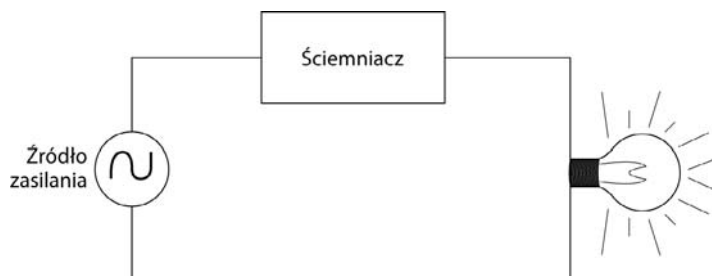
Z tego rozdziału dowiesz się, że prąd to uporządkowany ruch elektronów oraz że sterowanie tym ruchem stanowi istotę elektroniki. Wyjaśnimy, czym tak naprawdę jest prąd elektryczny, i pokażemy, co trzeba zrobić, aby płynął. Ponadto zrobimy krótki przegląd możliwości, jakie daje nam elektronika.

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 włączyć i wyłączyć.

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 przepływa prąd elektryczny 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?

Niełatwo 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 uczynisz sobie pogawędkę z kumplami przy szklance wody, to możesz swobodnie używać słowa „elektryczność”, aby powiedzieć, co zasila 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**.

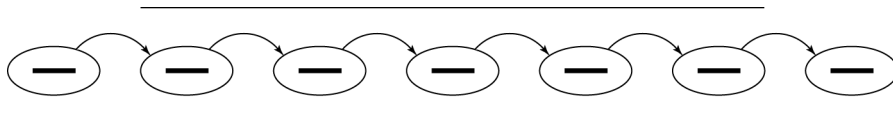
W metalach elektrony położone daleko od jądra atomu są tak słabo przyciągane, że mogą wyrwać się na wolność i wędrować między atomami. Te wolne elektrony można porównać do owiec pasących się na zboczach wzgórz — kręcą się bez celu po okolicy, ale nie oddalają się zbyt daleko ani nie poruszają się w żadnym 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 przyłoży się 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 potrzesz stopami 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.



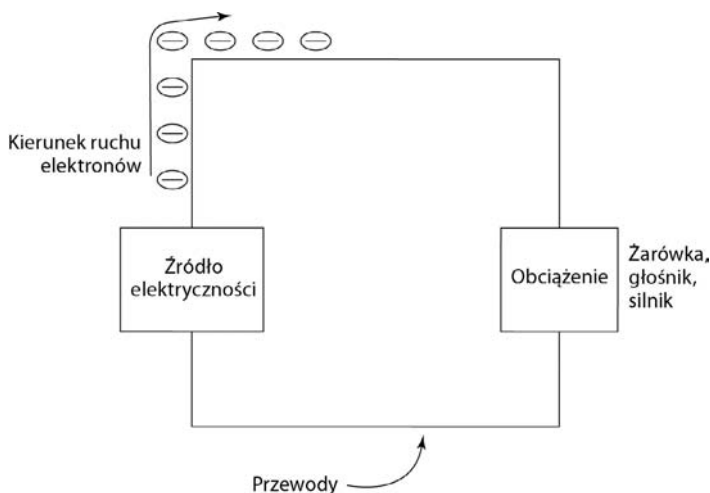
Ponieważ płynących elektronów nie widać — i lepiej nie dotykać przewodnika — aby ułatwić sobie zrozumienie, na czym polega ujarzmianie energii elektrycznej, pomyśl o wodzie. Jedna kropla wody na niewiele się zda (i nikogo nie skrzywdzi), ale wystarczy wziąć dużą liczbę takich kropeł, połączyć je, przepuścić 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 elektrycy 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 wzbudzania 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, rakietach 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 przekaznikowej. 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
 - próba, 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
- 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 („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

- bajt, 151
- bateria, 38, 78, 288
 - alkaliczna, 176
 - anoda, 38
 - blokowa, 174
 - cynkowo-węglowa, 175
 - czas życia, 177
- cewka indukcyjna, 46, 101, 106
 - budowa, 104
 - druk, 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 lutowniczy, 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
 pasma, 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
 płytka obwodu drukowanego, *Patrz* płytka PCB

płytki PCB, 247
 laminat, 247
 okładzina, 247
 płytka stykowa, 287
 płytka uniwersalna, 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 pasożytnicza, 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 pełnookresowy, 128
 przekątnik, 180
 symbol, 224
 przełącznik, 179
 DPDT, 180
 DPST, 180
 dwustabilny, 179
 jednobiegunowy, 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
 przernutnik, 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
 reaktancja indukcyjna, 107, 108
 reaktancja 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
 układnik 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
 uziemienie, 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
 uziemiać 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
 wyładowania 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
 podczerwieni, 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.dlabystszakow.pl

Zamówienia telefoniczne:



0 801 339900



0 601 339900

septem
septem.pl

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

Helion SA: ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice, tel.: 32 230 98 63
e-mail: rad@dlabystrzakow.pl <http://dlabystrzakow.pl>

Cena 39,00 zł

ISBN 978-83-246-3332-6



WILEY

9 788324 633326