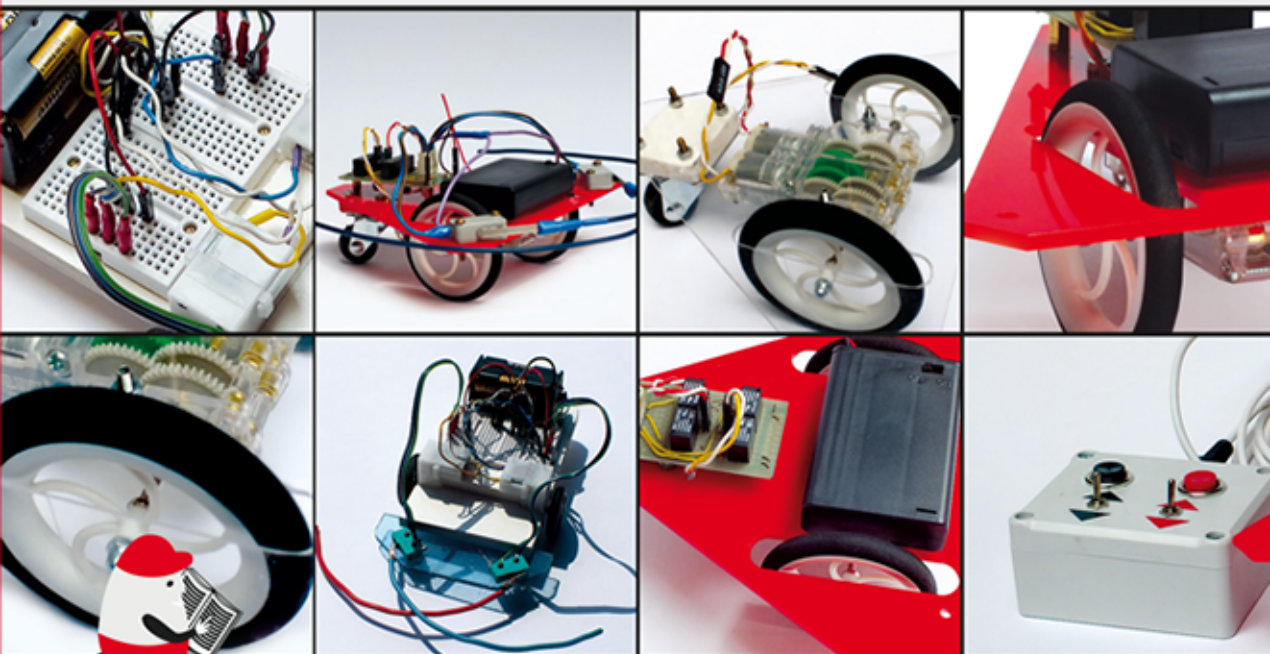


WIESŁAW RYCHLICKI

# OD OBWODU ELEKTRYCZNEGO DO PIERWSZEGO ROBOTA

**NIE PRZEGAP OKAZJI!** KSIĄŻKA W DŁOŃ I CAŁA NAPRZÓD KU WIELKIEJ PRZYGDZIE!



**NIC  
PROSZSZEGO**

**Helion**  
EDUKACJA

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Tomasz Waryszak  
Projekt okładki: Anna Mitka

Wydawnictwo HELION  
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE  
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)  
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

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

ISBN: 978-83-246-6925-7

Copyright © Helion 2013

Printed in Poland.

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

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

# Spis treści

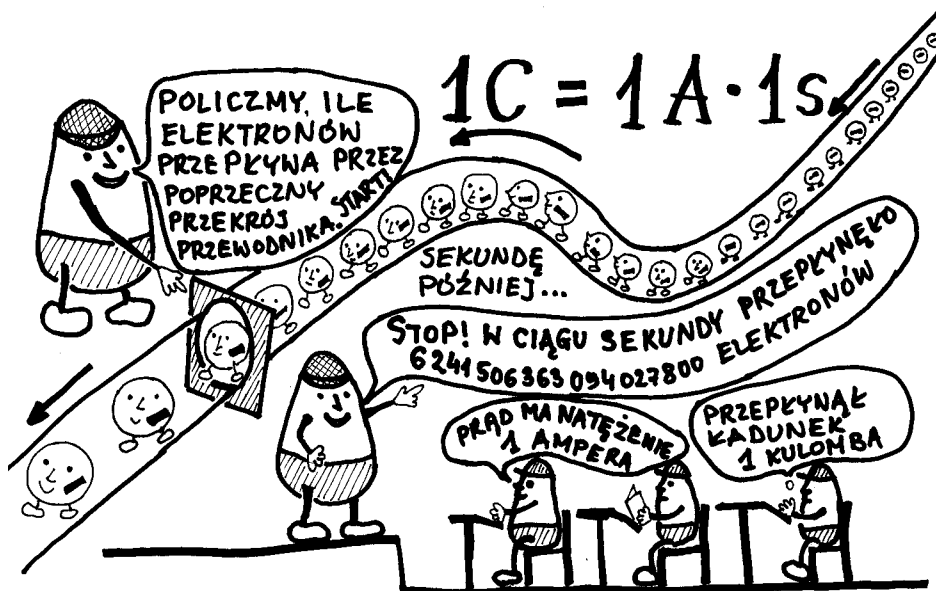
Od autora .....	5
<b>Rozdział 1. Co to jest prąd elektryczny? .....</b>	<b>9</b>
<b>Rozdział 2. Pierwszy obwód elektryczny .....</b>	<b>11</b>
Pierwsze doświadczenie z prądem elektrycznym .....	11
Źródła prądu elektrycznego — ogniwa elektrochemiczne i baterie .....	14
Przewody elektryczne .....	17
Żarówka .....	18
Dodatkowe akcesoria elektrotechniczne .....	19
Latarka-breloczek, czyli praktyczne wykorzystanie prostego schematu .....	22
<b>Rozdział 3. Włączanie i wyłączanie prądu w obwodzie .....</b>	<b>23</b>
Łączniki elektryczne .....	23
Łączniki i operacje logiczne .....	28
Przełączanie w obwodach elektrycznych .....	32
<b>Rozdział 4. Pomiary wielkości elektrycznych .....</b>	<b>41</b>
Liczby i jednostki .....	41
Pomiary napięcia w obwodach elektrycznych .....	50
Pomiar natężenia prądu .....	56
<b>Rozdział 5. Pomiary i obliczenia w obwodach elektrycznych .....</b>	<b>63</b>
Obliczanie mocy i oporu .....	63
Obliczenia na kalkulatorze .....	67
Pojemność ogniwa .....	70
Łączenie ogniw — baterie .....	72
Łączenie żarówek .....	75
<b>Rozdział 6. Prąd elektryczny i pole magnetyczne .....</b>	<b>83</b>
Magnesy i elektromagnesy .....	83
Silnik elektryczny prądu stałego .....	89
Sterowanie kierunkiem obrotów silnika .....	91
Mostek H .....	93

<b>Rozdział 7. Mój pierwszy robot .....</b>	<b>99</b>
Brush Bot, czyli „szczotkowiec” .....	99
Szczotkowiec BB-01 .....	100
Szczotkowiec BB-02 .....	104
Szczotkowiec TBB mini, czyli Tooth Brush Bot .....	108
Igrzyska Brush Botów i inne zawody .....	109
<b>Rozdział 8. Rozważania o elementach mechanicznych .....</b>	<b>113</b>
O obrotach kół i prędkości pojazdu .....	113
O przekładniach mechanicznych .....	118
O robotach i pojeździe trójkołowym .....	126
<b>Rozdział 9. Budujemy robota mobilnego .....</b>	<b>131</b>
Podwozie robota mobilnego .....	131
Zdalne sterowanie przewodowe .....	135
O programowaniu robota .....	143
<b>Dodatek A Jak zbudowałem elektryczne klocki .....</b>	<b>151</b>
<b>Dodatek B Wykaz stosowanych symboli elektrotechnicznych .....</b>	<b>157</b>
<b>Dodatek C Odpowiedzi do problemów z rozdziału 5. ....</b>	<b>159</b>
<b>Skorowidz .....</b>	<b>165</b>

## Pomiar natężenia prądu

Prąd elektryczny jest uporządkowanym ruchem ładunków elektrycznych. Obserwując (licząc) ładunki elektryczne przepływające przez wyznaczoną powierzchnię w określonym czasie, możemy ocenić wielkość ruchu, czyli określić natężenie tego ruchu (liczbę ładunków na sekundę).

Jednostką natężenia prądu elektrycznego jest **amper** (skrót: *A*). Nazwa jednostki pochodzi od nazwiska francuskiego fizyka André Marie Ampère'a. Pominę oficjalną definicję jednostki i spróbuję tę wielkość przybliżyć Ci w sposób obrazowy (rysunek 4.20).



Rysunek 4.20. Amper — jednostka natężenia prądu elektrycznego

Zacznę od kolejnej jednostki związanej z elektrycznością, czyli **kulomba** (skrót: *C*, nazwa pochodzi od nazwiska francuskiego uczonego Charles'a Coulomba).

Kulomb jest jednostką (ilości) ładunku elektrycznego i możemy go wyrazić liczbą ładunków elementarnych.

$1 C = 6\,241\,506\,363\,094\,027\,800$  elektronów (słownie: **sześć trylionów dwieście czterdzieści jeden biliardów pięćset sześć bilionów trzysta sześćdziesiąt trzy miliardy dziewięćdziesiąt cztery miliony dwadzieścia siedem tysięcy osiemset elektronów**)

Teraz mogą powiedzieć, że:

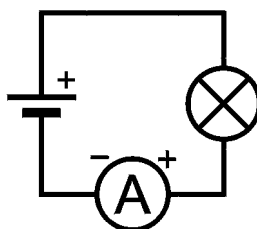
Prąd ma natężenie  $1 A$  (**ampera**), gdy przez poprzeczny przekrój przewodnika w czasie  $1 s$  przepłyne ładunek  $1 C$  (**kulomba**).



Oczywiście nie jesteśmy w stanie liczyć przepływających ładunków elektrycznych. Możemy skorzystać z odpowiednich mierników. Do pomiaru natężenia prądu skonstruowano przyrząd zwany **amperomierzem**. Podobnie jak w przypadku woltomierza może to być urządzenie analogowe lub cyfrowe (zwykle wchodzące w skład multimetru cyfrowego).

Amperomierz włącza się szeregowo do obwodu elektrycznego. Schemat połączeń przedstawiłem na rysunku 4.21. Pamiętaj o dobraniu odpowiedniego zakresu pomiarowego amperomierza. Jeśli nie znasz orientacyjnej wartości natężenia prądu, to pomiar zaczynaj od największego dostępnego zakresu. W przypadku amperomierza analogowego ważne jest odpowiednie połączenie biegunów miernika.

Na rysunku 4.22 pokazałem kilka amperomierzy analogowych: dwa amperomierze panelowe (8 A i 200  $\mu\text{A}$ ) i amperomierz szkolny DCA-1.



**Rysunek 4.21.**  
Włączanie amperomierza do obwodu

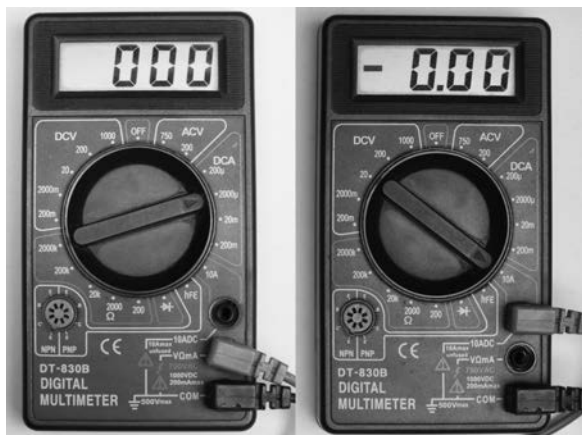


**Rysunek 4.22.** Amperomierze analogowe

- ♦ Amperomierz panelowy 8 A ma skalę od 0 do 8 A opisaną liczbami: 0, 2, 4, 6 i 8. Pomiedzy tymi wartościami oznaczono dłuższą kreską wartości: 1, 3, 5 i 7 A (bez opisu). Najmniejsza działka oznacza 0,2 A.
- ♦ Mikroamperomierz 200  $\mu\text{A}$  ma skalę od 0 do 2 opisaną wartościami: 0,5, 1, 1,5 i 2 oraz informację, że odczytany wynik należy pomnożyć przez 100, co da nam liczbę mikroamperów. Dłuższe kreseczki na skali są rozmieszczone co 0,1 ( $0,1 \times 100 = 10 \mu\text{A}$ ), a krótsze dzielą ten przedział na części po 0,05 ( $0,05 \times 100 = 5 \mu\text{A}$ ). Maksymalne natężenie mierzonego prądu może wynosić  $200 \mu\text{A} = 0,2 \text{ mA} = 0,0002 \text{ A}$ .

- ◆ Amperomierz szkolny DCA-1 umożliwia pomiar natężenia prądu w trzech zakresach:  $0 - 50 \text{ mA}$ ,  $0 - 500 \text{ mA}$  i  $0 - 5 \text{ A}$ . Najmniejsze działki w tych zakresach wynoszą odpowiednio:  $1 \text{ mA}$ ,  $10 \text{ mA}$  i  $0,1 \text{ A}$ .

Na rysunku 4.23 pokazałem uniwersalny miernik cyfrowy **DT-830B** przygotowany do pomiaru natężenia prądu w zakresie do  $200 \text{ mA}$  (z lewej) i  $10 \text{ A}$  (z prawej). Zwróć uwagę na różnicę w podłączeniu przewodów pomiarowych i ustawienie przełącznika. W zakresie do  $200 \text{ mA}$  pomiar możesz wykonywać w jednym z czterech podzakresów:  $200 \mu\text{A}$  ( $0,2 \text{ mA}$ ),  $2000 \mu\text{A}$  ( $2 \text{ mA}$ ),  $20 \text{ mA}$  i  $200 \text{ mA}$ . Odpowiedni podzakres wybierzesz przełącznikiem. W pierwszym i drugim podzakresie odczytasz liczbę mikroamperów, a w trzecim i czwartym liczbę miliamperów.



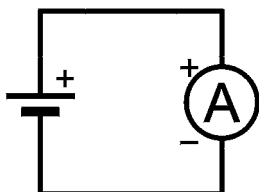
**Rysunek 4.23.** Uniwersalny miernik cyfrowy przygotowany do pomiaru natężenia prądu

Posługując się woltomierzem, zmierzyłeś siłę elektromotoryczną ogniwa (rysunek 4.11). **Czy można podobny pomiar wykonać przy użyciu amperomierza (rysunek 4.21)? Nie próbuj tego robić, zanim nie przeczytasz wszystkiego uważnie!** A najlepiej nie powtarzaj tego doświadczenia w domu. Jeśli połączysz układ według schematu z rysunku 4.24, zewrzesz bieguny ogniwa. Jest to bardzo niekorzystne dla ogniwa i niebezpieczne dla miernika. Jeśli jednak taki pomiar wykonasz, to otrzymany rezultat będzie natężeniem prądu zwarcia ogniwa. Jeśli jednak chciałbyś wykonać ten pomiar, to pamiętaj, że:

- ◆ Natężenie prądu zwarcia ogniwa alkalicznego może wynosić kilka amperów. Podczas poboru dużego prądu ogniwo nagrzewa się, a to może zakończyć się wybuchem i w efekcie pożarem! Pobieranie przez dłuższy czas prądu o dużym natężeniu spowoduje szybkie wyczerpanie ogniwa. Pomiar powinien być jak najkrótszy.
- ◆ Amperomierz powinien być ustawiony na największy możliwy zakres pomiarowy. Istnieje ryzyko uszkodzenia miernika.

Nie zachęcam do wykonywania takich pomiarów. Krótko przedstawię swoje próby w tym zakresie.

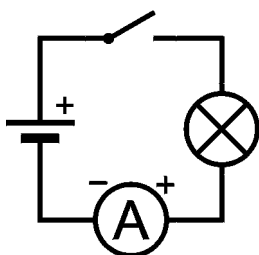
Wykonując pomiary prądu zwarcia dla kilku ogniw  $R6$  (tych samych, których SEM podałem w tabeli 4.4), uzyskałem następujące wyniki (od najmocniejszego do najsłabszego ogniwa):  $6,2 \text{ A}$ ,  $2,8 \text{ A}$ ,  $1,6 \text{ A}$ ,  $0,33 \text{ A}$  i  $0,001 \text{ A}$ . Pomiary najpierw wykonałem miernikiem analogowym



**Rysunek 4.24.** Pomiar prądu zwarcia ogniwa

o zakresie 8 A (co jest trochę ryzykowne podczas mierzenia nowego ogniwa R6), a następnie miernikiem szkolnym na zakresie 5 A (pomijając najmocniejsze ogniwo). Pomiar czwartego ogniwa powtórzyłem na zakresie 500 mA, a piątego na zakresie 50 mA.

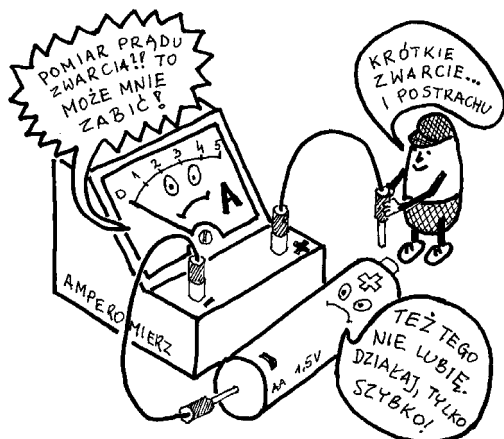
Mając te dane, wykonałem pomiar prądu zwarcia najmocniejszego ogniwa miernikami cyfrowymi DT9205A (zakres 20 A) i DT-830B (zakres 10 A). Odczytane wyniki były zaniżone w porównaniu z wynikami uzyskanymi miernikiem analogowym. Tanie mierniki cyfrowe nie są najwyraźniej zbyt precyzyjne w tym zakresie.



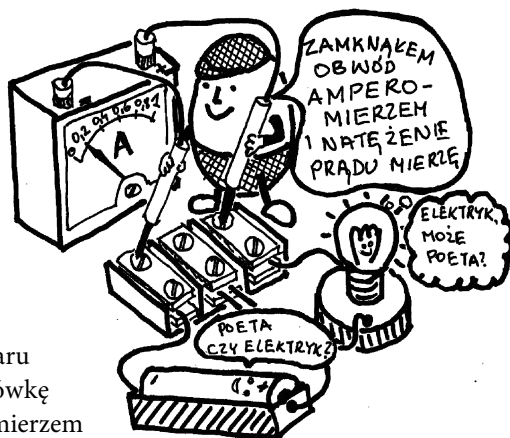
**Rysunek 4.25.** Pomiar natężenia prądu w obwodzie

Zamiast włączać amperomierz do obwodu, można za pomocą sond pomiarowych zewrzeć styki łącznika (łącznik powinien być w tym czasie rozarty). Amperomierz zamknie obwód i jednocześnie zmierzy natężenie prądu w obwodzie.

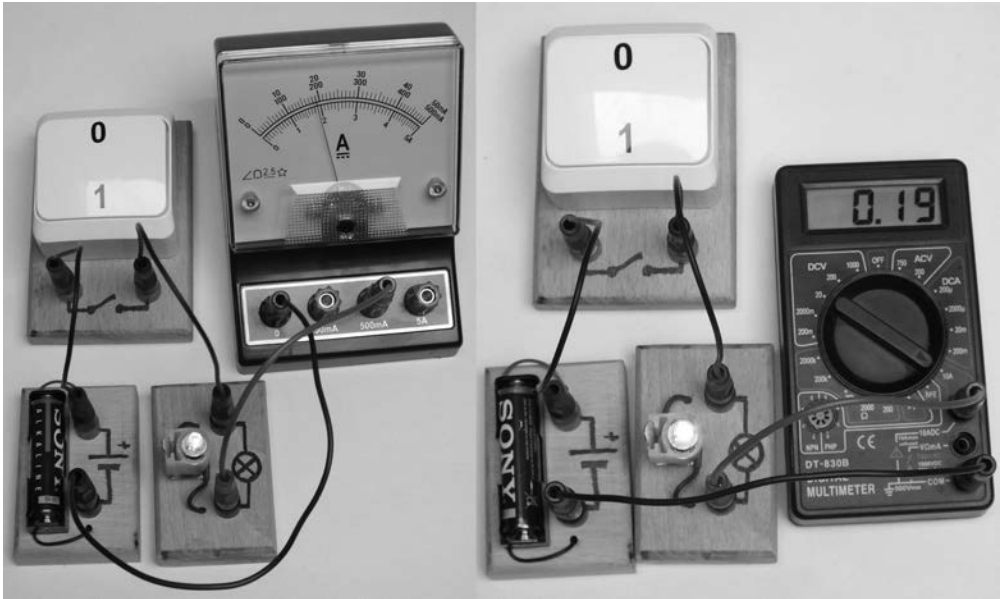
Na rysunku 4.26 pokazałem układ do pomiaru natężenia prądu przepływającego przez żarówkę (1,1 V 0,25 A). Pomiaru dokonałem amperomierzem szkolnym (w zakresie 500 mA) i multimetrem cyfrowym (w zakresie 10 A). W obu przypadkach odczytałem ten sam wynik:  $190 \text{ mA} = 0,19 \text{ A}$ .



Na rysunku 4.25 przedstawiłem sposób włączenia amperomierza do prostego obwodu zawierającego ogniwo, łącznik i żarówkę. Amperomierz jest połączony szeregowo z żarówką. Jeśli łącznik jest rozarty, to w obwodzie nie płynie prąd i żarówka nie świeci. Amperomierz wskazuje natężenie prądu 0 A. Po zwarceniu łącznika w obwodzie płynie prąd i żarówka świeci. Amperomierz mierzy natężenie prądu płynącego przez żarówkę.







**Rysunek 4.26.** Pomiar natężenia prądu przepływającego przez żarówkę

Ważną umiejętnością jest zamiana jednostek natężenia prądu:  $\mu A \leftrightarrow mA \leftrightarrow A$ . Przeanalizujmy kilka przykładów. W tabeli 4.5 zapisałem wyniki pomiarów dokonanych w różnych zakresach pomiarowych oraz interpretację wyników i zamianę jednostek. Przeanalizuj dokładnie zawartość tej tabeli.

Przedstawione reguły można zastosować do zamiany jednostek napięcia elektrycznego  $mV \leftrightarrow V$ , jednostek długości  $mm \leftrightarrow m$  lub w innych podobnych sytuacjach.

**Tabela 4.5.** *Pomiary natężenia prądu miernikiem cyfrowym i interpretacja wyników w różnych zakresach pomiarowych*

Pomiar w zakresie 200 $\mu\text{A}$	Wartość			Jednostka
Odczyt	7	57	176	$\mu\text{A}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	0,007	0,057	0,176	$\text{mA}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	0,000007	0,000057	0,000176	A
Pomiar w zakresie 2000 $\mu\text{A}$	Wartość			Jednostka
Odczyt	1427	957	143 <sup>1</sup>	$\mu\text{A}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	1,427	0,957	0,143	$\text{mA}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	0,001427	0,000957	0,000143	A
Pomiar w zakresie 20 mA	Wartość			Jednostka
Odczyt	4,3	12,0	17,5	$\text{mA}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	0,0043	0,012	0,0175	A
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w prawo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z prawej strony	4300	12 000	17 500	$\mu\text{A}$
Pomiar w zakresie 200 mA	Wartość			Jednostka
Odczyt	42,3	120,0	127,5	$\text{mA}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w lewo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z lewej strony, aż do pozycji jedności	0,0423	0,120	0,1275	A
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w prawo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z prawej strony	42 300	120 000	127 500	$\mu\text{A}$
Pomiar w zakresie 10 A	Wartość			Jednostka
Odczyt	0,07	0,27	5,33	A
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w prawo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z prawej strony	70	270	5330	$\text{mA}$
Przesuwam przecinek dziesiętny o trzy miejsca w prawo i w miarę potrzeby dopisuję 0 z prawej strony	70 000	270 000	5 330 000	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> Pomiar można wykonać w zakresie 200  $\mu\text{A}$ .

# Rozdział 7

## Mój pierwszy robot

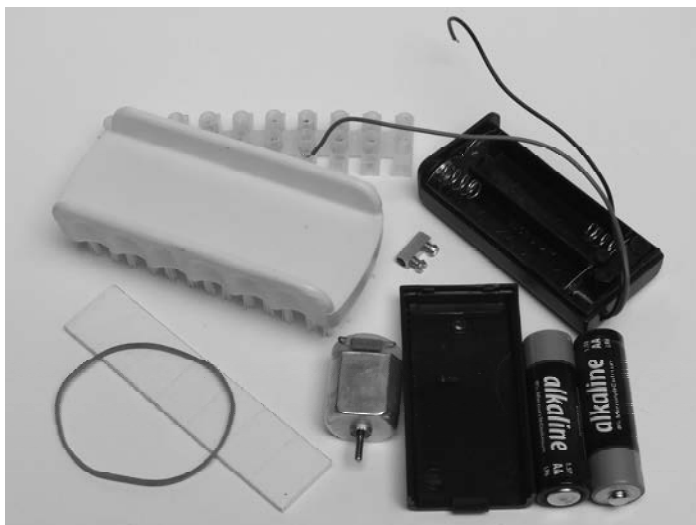
### Brush Bot, czyli „szczotkowiec”

**Brush Bot** lub **Bristle Bot** to mały robot chętnie budowany przez dzieci. Robot ten (ang. *bot*) składa się z trzech podstawowych elementów: szczotki (ang. *brush*), silniczka elektrycznego i baterii (źródło prądu elektrycznego). Szczotka stanowi podstawę konstrukcyjną robota i do niej mocujemy pozostałe elementy. Zasada działania robota jest prosta. Na osi silniczka umieszczamy element o niesymetrycznej budowie, który podczas obrotów wytwarza drgania (wibracje). Drgania przenoszą się na szczotkę i powodują ruch robota. Jeśli dostępna przestrzeń jest dostatecznie duża, to robot porusza się po okręgu lub obraca się wokół własnej osi. Napotykając przeszkody, odbija się lub przesuwa się wzdłuż nich.



Elementy potrzebne do wykonania robota przedstawiłem na rysunku 7.1. Są to:

- ◆ szczoteczka do rąk;
- ◆ silniczek elektryczny do zabawek 1,5 – 3 V;
- ◆ koszyk na dwie baterie rozmiaru AA z wyłącznikiem;
- ◆ dwie baterie alkaliczne LR6;
- ◆ jeden „łącznik” wymontowany z kostki (łączówki elektrycznej);
- ◆ gumka recepturka;
- ◆ taśma klejąca piankowa.



**Rysunek 7.1.** Materiały do zbudowania pierwszego robota

Do wykonania robota w tej wersji wystarczą proste narzędzia: wkrętak (popularnie śrubokręt), szypce uniwersalne, nożyczki lub nożyk do cięcia taśmy klejącej.

Jeśli nie masz koszyka na baterie, to możesz dwie baterie, ułożone tak jak na rysunku 7.1, owinąć ciasno taśmą izolacyjną. Z jednej strony tego pakietu połącz odcinkiem drutu bieguny baterii (plus z minusem). Połączenie wzmocnij taśmą izolacyjną. Z drugiej strony dołącz (przyklej dokładnie taśmą izolacyjną) do biegunów baterii dwa osobne przewody. Uważaj, aby nie spowodować zwarcia. Na jednym z przewodów zamontuj mały łącznik. Staranne wykonanie tych czynności powinno zakończyć się sukcesem. Lepiej jednak postaraj się o koszyk (pojemnik) na baterie.

Szczegóły związane z budową robota przedstawiłem na rysunku 7.2.



**Rysunek 7.2.** Budowa robota typu Brush Bot w wersji testowej

Jeśli wykonana zabawka w wersji testowej podoba Ci się, to spróbuj zbudować wersję nieco bardziej skomplikowaną (i staranniej zrobioną).

## Szczotkowiec BB-01

Oprócz podstawowych narzędzi będziesz potrzebował:

- ♦ imadła do mocowania obrabianych przedmiotów;
- ♦ okularów ochronnych (niezbędnych podczas
- ♦ lutowania i prac mechanicznych);
- ♦ piłki do metalu (brzeszczotu) lub multiszlifierki z tarczą do cięcia;
- ♦ płaskiego pilnika do metalu i papieru ściernego;
- ♦ lutownicy (dosłownie na jedną minutę);
- ♦ wiertarki (ręcznej lub elektrycznej) i wiertel o średnicy 2,5 mm i 3 mm;
- ♦ pokrętła do gwintowników oraz gwintowników M3 (komplet).



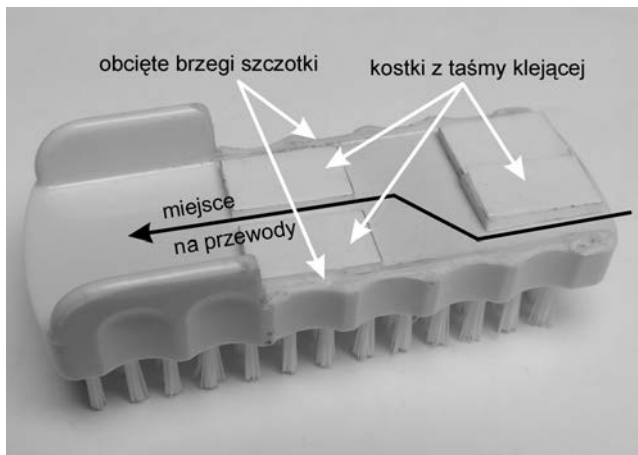
Zestaw elementów do wykonania robota w drugiej wersji nieco się zmienił. Tym razem potrzebne będą:

- ♦ szczoteczka do rąk (rysunek 7.3);
- ♦ silniczek elektryczny do zabawek 1,5 – 3 V;
- ♦ koszyk na dwie baterie rozmiaru AA z wyłącznikiem;
- ♦ dwie baterie alkaliczne LR6;
- ♦ jeden „łącznik” wymontowany z kostki (łączówki elektrycznej);
- ♦ taśma klejąca piankowa;
- ♦ śruby M3 × 10 — 4 szt., M3 × 30 — 2 szt.;
- ♦ „pasek” z tworzywa sztucznego: 32 × 10 × 2 (wymiały: długość × szerokość × grubość podane są w milimetrach).



Opis wykonania robota zilustrowałem kilkoma fotografiami. Jeśli nie umiesz wykonać niektórych prac lub zrobienie ich jest dla Ciebie niebezpieczne, poproś o pomoc opiekuna lub inną kompetentną osobę. Podczas wykonywania prac przy użyciu różnych narzędzi zachowaj szczególną ostrożność. Wcześniej zapoznaj się z instrukcją użytkownika wykorzystywanego narzędzia.

Pojemnik na baterie z wyłącznikiem jest nieco szerszy od szczotki i nie mieści między jej brzegami. Obetnij część brzegów, tak aby po ułożeniu pojemnika na szczotce wyłącznik wystawał poza nią. Do cięcia tworzywa możesz wykorzystać piłkę do metalu (brzeszczot) lub multiszlifierkę z odpowiednią tarczą tnącą. Obcięte brzegi wyrównaj pilnikiem i wygładź papierem ściernym. Do szczotki przyklej odcinki taśmy klejącej z pianką. Między kostkami pianki pozostaw miejsce na przewody (rysunek 7.3).

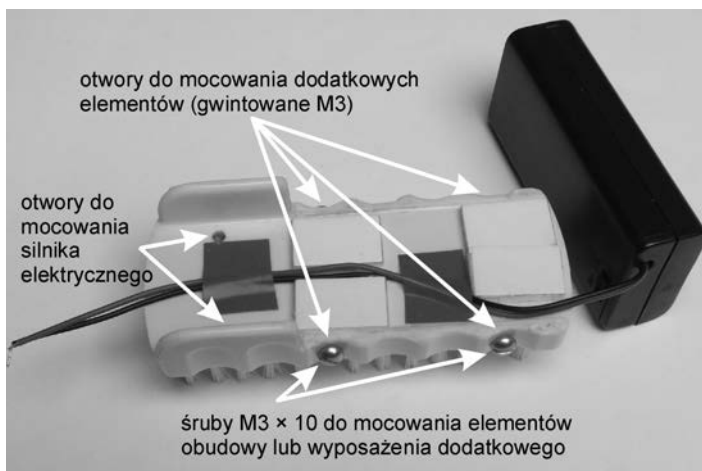


**Rysunek 7.3.** Szczoteczka do rąk — podstawa konstrukcji robota

We wskazanych na rysunku 7.4 miejscach wywierć otwory o średnicy  $2,5\text{ mm}$ . Użyj wiertarki ręcznej lub wiertarko-wkrętarki. Prędkość obrotowa wiertła nie może być duża. Często usuwaj powstające wióry. Pamiętaj, że nagrzane wiertło będzie topić plastik. Może to spowodować zaklejenie się wiertła w otworze. Otwory nagwintuj, stosując gwintowniki  $M3$ . Zamiast śrub  $M3$  możesz zastosować odpowiednie blachowkręty. Blachowkręty podczas wkręcania same utworzą gwint w otworze. To jednak mogłoby zmniejszyć trwałość konstrukcji.

Ułóż przewody i przyklej do szczotki pojemnik na baterie (rysunki 7.4 i 7.5). Wyłącznik powinien wystawać poza szczotkę i ma być skierowany w dół. Od góry będziesz miał dostęp do pokrywy pojemnika na baterię.

Połącz przewody z koszyka na baterie z silnikiem (rysunek 7.6). Dobre połączenie zapewni lutowanie. Jeśli nie umiesz lutować, to najpierw poćwicz na innych przedmiotach albo poproś kogoś posiadającego lutownicę i odpowiednie umiejętności. Mistrz lutownicy zrobi to w niecałą minutę. Nieumiejętne lutowanie może uszkodzić (stopić) plastikową obudowę silniczka.



**Rysunek 7.4.** Przygotowanie otworów do mocowania dodatkowych elementów i ułożenie przewodów



**Rysunek 7.5.** Montowanie pojemnika na baterie



**Rysunek 7.6.** Podłączenie silnika



Zamiast lutowania możesz zagiąć i zacisnąć przewody na stykach, a następnie wzmocnić połączenie kilkoma zwojami ciasno owiniętego cienkiego drutu (tak zwane połączenie owijane).

Wykonaj element służący do zamocowania silnika na szczotce. W płytce z tworzywa sztucznego ( $32 \times 10 \times 2 \text{ mm}$ ) wywierć otwory o średnicy  $3 \text{ mm}$ . Odległość między otworami powinna być taka sama jak pomiędzy otworami w szczotce. Umieść silnik pomiędzy otworami na szczotce. Śrubami  $M3 \times 30$  przykręć płytkę do szczotki. Dokręcając śrubki, dociśniesz silnik do szczotki. Zamocuj łącznik z kostki lub inne niesymetryczne obciążenie na osi silnika (rysunek 7.7).



**Rysunek 7.7.** Zmontowany robot — Szczotkowiec BB-01

Robot jest gotowy do zabawy. Możesz ozdobić swojego robota w dowolny sposób lub wykonać lekką obudowę, którą przykręcisz do szczotki śrubkami.



# Skorowidz

## A

akcesoria elektrotechniczne, 19  
alternatywa, *Patrz* suma logiczna  
    wykluczająca, *Patrz*  
    nierównoważność  
amper, 18, 56  
amperomierz, 57, 158  
    analogowy, 57  
    panelowy, 57  
    szkolny DCA-1, 58  
    włączanie do obwodu, 57  
woltomierz, 50  
atom, 9  
    budowa, 9  
    elektron, 9  
    jądro atomowe, 9  
    jon, 10

## B

bateria, 14, 72, 158  
    alkaliczna, 73  
    blokowa, 74  
    cynkowo-węglowa, 73  
    ogniwo, 14  
    ostrzeżenia  
        dla użytkowników, 16  
    płaska, 73  
    symbole na opakowaniu, 15  
bezpieczniki, 79  
binarny zapis informacji, 29  
Brush Bot, *Patrz* szczotkowiec

## C

centykostka, 47  
cewka, 86

## D

decykostka, 46  
dekagram, 44  
dekakostka, 42  
Delta-01, 131  
    goldpin, 133  
    koło kastora, 132  
    mocowanie kół, 132  
    napęd, 131  
    podstawa, 131  
    podwozie, 132, 133  
    sterowanie, 135

## E

Elektrolutek, 7  
elektromagnes, 84, 157  
    cewka, 86  
    przełącznik  
        elektromagnetyczny, 86  
elektron, 9  
elektryczne klocki, 21, 151  
    mierniki, 153  
    podstawa, 151  
    przewody, 153

## F

fale radiowe, 140

## G

gigakostka, 44  
goldpin, 133, 158  
gram, 44

## H

hektokostka, 42  
herc, 45

## I

iloczyn logiczny, 30  
izolacja, 17

## J

jądro atomowe, 9  
    proton, 10  
jednostka, 41  
    amperogodzina, 71  
    centy, 48  
    decy, 48  
    deka, 44  
    giga, 44  
    gram, 44  
    hekto, 44  
    herc, 45

jednostka

kilo, 43, 44  
kulomb, 71  
litr, 44  
mega, 44  
metr, 44  
mikro, 48  
mili, 48  
nano, 48  
om, 44  
pascal, 44  
piko, 48  
wat, 44  
wolt, 44

jon, 10

## K

kalkulator, 67

funkcje klawiszy, 67  
obliczanie iloczynu, 69  
obliczanie odwrotności liczby, 70  
obliczanie pierwiastka kwadratowego, 70  
obliczanie sumy, 69  
obliczenia procentowe, 70  
wykonywanie podstawowych działań, 68  
wykorzystanie dodatkowej pamięci, 69

karuzela, 116

model, 117

kilokostka, 43

koło

kastora, *Patrz* koło samonastawne samonastawne, 128 ślimakowe, *Patrz* ślimacznica zębata, 121

koniunkcja, *Patrz* iloczyn logiczny

kontrowanie nakrętek, 125

kostka, 41, 44

kropka dziesiąta, 51

kulka podporowa, 128

kulomb, 56

## L

lampa żarowa, *Patrz* żarówka

liczba pi, 114

liczby naturalne, 41

listwa zębata, *Patrz* zębata

litr, 44

## Ł

ładunek elektryczny, 10, 56

kulomb, 56

łączniki, 23, 25

chwilowy normalnie

otwarty, 25

chwilowy normalnie

zwały, 26

dwubiegunowy, 157

dzwonek, 26

kołyskowy, 23

krzyżowy, 37, 91, 157

normalnie otwarty NO, 157

normalnie zwarty NZ, 157

rodzaje, 27

równoległe połączenie, 30

schodowy, 32

SPDT, 157

SPST, 157

stan łącznika, 29

symbole, 26

szeregowe połączenie, 29

sznurkowy, 28

zasada działania, 23

## M

magnes, 83

bieguny, 83

naturalny, 83

pole magnetyczne, 83

siła magnetyczna, 83

megakostka, 43

metr, 44

miernik uniwersalny, 50

multimetr cyfrowy, 51

milikostka, 47

moc elektryczna, 63

wat, 63

moc urządzenia elektrycznego, 65,

*Patrz również* moc elektryczna

mostek H, 93, 140

budowa, 95

opis działania, 95

przełącznikowy, 142

uproszczenia w konstrukcji, 95

zasada działania, 94

## N

napięcie elektryczne, 50

multimetr cyfrowy, 51

pomiar, 54

wolt, 50

woltomierz, 50

negacja, 34

nierównoważność, 36

## O

obwód elektryczny, 12

akcesoria elektrotechniczne, 19

elektryczne klocki, 21

łączniki elektryczne, 23

plytka stykowa, 21

podstawowe symbole, 13

pomiar napięcia, 54

pomiar natężenia prądu, 59

przełączanie, 32

schemat ideowy, 13

stan przepływu prądu, 27

uproszczony schemat, 12

zaciski krokodylkowe, 21

złączka elektryczna, 21

ogniwo, 14

alkaliczne, 72

biegun dodatni, 14

biegun ujemny, 14

łączenie, 72

paluszkowe, 71

pojemność, 70

równoległe połączenie, 72

siła elektromotoryczna, 15

szeregowe łączenie, 73

węglowo-cynkowe, 71

om, 44, 65

operacje logiczne, 31  
 AND, 31, 38  
 NAND, 38  
 NOR, 38  
 NOT, 34  
 NXOR, 38  
 OR, 31, 38  
 XOR, 38  
 opór elektryczny, 65  
 om, 65  
 opór wewnętrzny, 54

## P

pas napędowy, 120  
 pascal, 44  
 pierwiastek chemiczny, 10  
 pleksi, *Patrz* szkło akrylowe  
 pojazd trójkołowy, 127  
 koło samonastawne, 128  
 rozwiązania, 127  
 sterowanie, 129  
 POL-01, 133  
 podstawa, 133  
 podwozie, 134, 135  
 podwójny mostek H, 141  
 sterowanie, 135  
 polaryzacja, 91  
 pole magnetyczne, 83, 84, 89  
 wykrywanie pola, 85  
 prawo Ohma, 66  
 prąd elektryczny, 10, 56  
 amper, 56  
 amperomierz, 57  
 bateria, 14  
 ogniwo, 14  
 pomiar, 59  
 źródła prądu, 14  
 prędkość, 113  
 algorytm zamiany prędkości,  
 116  
 liniowa, 113, 114  
 obrotowa, 113, 114  
 procenty, 49  
 graficzne przedstawienie, 49  
 obliczenia, 70  
 programator mechaniczny, 143  
 promieniowanie podczerwone,  
 140  
 proton, 10  
 przekaźnik elektromagnetyczny,  
 86, 158  
 budowa, 87  
 przekładnia, 118  
 ciarna, 118, 124  
 liniowa, 122  
 pasowa, 120, 121  
 przełożenie, 118  
 stożkowa, 123  
 ślimakowa, 123, 124  
 walcowa, 123  
 zębata, 121, 122, 123  
 przełącznik, 23  
 dwubiegunowy, 33  
 działanie w obwodach, 34  
 lampkowy, 27  
 schodowy, 32  
 symbole, 33  
 trójpoziomy, 158  
 przewód elektryczny, 17  
 budowa przewodów, 18  
 izolacja, 17

## R

rezystancja, 66, *Patrz również*  
 opór elektryczny  
 wewnętrzna, *Patrz* opór  
 wewnętrzny  
 rezystor, 157  
 robot, 99, 126  
 BEAM, 127  
 Delta-01, 131  
 jeżdzący, 127  
 mobilny, 127, 131  
 pojazd trójkołowy, 127  
 POL-01, 133  
 wibrobot, 127  
 robotyka, 127  
 rozkaz, 140  
 równoważność, 36  
 ruch, 113  
 obrotowy, 113  
 postępowy, 113

## S

SEM, *Patrz* siła elektromotoryczna  
 silnik elektryczny, 90, 158  
 budowa, 90  
 karta katalogowa, 115  
 kierunek obrotów, 91  
 schemat, 90  
 zasilanie symetryczne, 92  
 siła elektrodynamiczna, 89  
 siła elektromotoryczna, 15, 50,  
*Patrz również* napięcie  
 elektryczne  
 pomiar, 50  
 siła magnetyczna, 83  
 suma logiczna, 30  
 system binarny, *Patrz* system  
 dwójkowy  
 system dwójkowy, 31  
 szczotkowiec, 6  
 budowa robota, 100  
 elementy, 99  
 zasada działania, 99  
 szczotkowiec BB-01, 101  
 elementy, 101  
 wykonania robota, 101  
 szczotkowiec BB-02, 104  
 elementy, 104  
 wykonanie robota, 106  
 szczotkowiec TBB mini, 108  
 etapy budowy, 110  
 szkło akrylowe, 124, 131

## Ś

ślimacznica, 123  
 ślimak, 123

## T

toczenie, 120  
 transmisja szeregową, 140

**U**

ułamek, 45  
dziesiętny, 46  
licznik, 45  
mianownik, 45  
o mianowniku sto, 49

**W**

wat, 44, 63  
wirnik śrubowy, *Patrz* ślimak  
wolt, 15, 44, 50  
woltomierz, 50, 158  
cyfrowy, 50  
szkolny DCV-2, 50

**Z**

zaprzeczenie, *Patrz* negacja  
zasilanie symetryczne, 92  
zdalne sterowanie, 135  
aparatura czterokanałowa, 140  
fale radiowe, 140  
pilot przewodowy, 136, 137  
programator mechaniczny,  
143  
promieniowanie  
podczerwone, 140  
rozkaz, 140  
schemat blokowy, 140, 143  
schemat pilota, 136, 137  
sterownik, 143

transmisja szeregową, 140  
wykorzystanie

przełączników, 138  
zdanie logiczne, 31  
zębatka, 122

**Ż**

żarówka, 18, 158  
budowa, 19  
łączenie, 75  
schemat pomiaru  
parametrów, 76  
żarnik, 18

# PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



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

Zmień swoją stronę WWW  
w działający bankomat!

**Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!**

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

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

# TWÓJ PIERWSZY ROBOT?

Z TĄ KSIĄŻKĄ BŁYSKAWICZNIE WEJDZIESZ W ŚWIAT ELEKTROTECHNIKI!

Zastanawiało Cię kiedyś, jak działają latarka, toster i samochodzik na baterie? Jeśli każdą elektroniczną zabawkę, którą miałeś w zasięgu ręki, rozbierałeś na części, a Twoim marzeniem był własny robot, bierz się do pracy i razem z wesołym Lutkiem wkrocz w niezwykle świat elektrotechniki!

**Dowiedz się, czym jest prąd elektryczny oraz jak czytać schematy prostych obwodów.**

**Poznaj zasadę działania baterii oraz silnika i naucz się wykorzystywać tę wiedzę w praktyce.**

**Zmierz i oblicz parametry pracy elementów elektrycznych w układzie.**

**Odkryj związek między przełącznikami, logiką matematyczną i podstawą działania urządzeń cyfrowych.**

**Stosuj elementarne rozwiązania z zakresu mechaniki.**

**Sprawdź, jak z niewielką pomocą zbudować własnego robota.**

**Odkryj, jak wiele możliwości oferuje elektryczność!**

**Baw się nauką!** Podążaj za instrukcjami zawartymi w tej książce, a w mig zbudujesz konstrukcje na różnych poziomach zaawansowania: od prostego obwodu elektrycznego z baterijką i żarówką, poprzez wszelkie możliwe pstryczki, wtyczki i przełączniki, aż po prostego robota ze szczotki albo trójkątowca.

**Młody Czytelniku!** Tę książkę możesz studiować samodzielnie. Nie ograniczaj się do czytania — eksperymentuj i buduj modele. Nie wszystko zrobisz od razu. Zbieraj potrzebne materiały, kompletuj narzędzia i ucz się nimi bezpiecznie posługiwać. Poznawaj właściwości materiałów i technologie ich obróbki. W miarę potrzeb korzystaj z pomocy doświadczonych majsterkowiczów. Zainteresuj swoimi pracami kolegów, rodziców i nauczycieli w szkole. Wymiana doświadczeń i odrobina rywalizacji wpłyną korzystnie na efekty Twojej pracy.

**Rodzicu, Dziadku, Nauczycielu!** Tę książkę możesz wykorzystać do zorganizowania ciekawych zajęć dla swoich podopiecznych. To świetna propozycja na weekendową zabawę z Twoimi dziećmi, wnukami lub uczniami w szkolnej pracowni. Takie zajęcia dają wielką satysfakcję prowadzącemu i cieszą uczestników.

**helion.pl**  
księgarnia  
internetowa

Nr katalogowy: 14743



Księgarnia internetowa  
<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:  
**0 801 339900**



**0 601 339900**



**Helion**

Sprawdź najnowsze promocje:

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

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

sięgnij po WIĘCEJ



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-6925-7



9 788324 669257

Cena: 34,90 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu