

# Elektronika dla juniora (i seniora), czyli elektroniczne przedszkole

## Spotkanie 4: Kierunek prądu, biegunowość

W EdW 1/2016, w związku z jubileuszem 20-lecia czasopisma rozpoczęliśmy elementarny kurs podstaw elektroniki dla najmłodszych i starszych, którzy chcieliby przypomnieć sobie podstawy. Założeniem jest, że młodzieży

„uczeń” nie zostanie pozostawiony sam sobie, bo proponowane ćwiczenia ma wykonywać z kimś choć troszkę starszym i doświadczonym. Oprócz rodziców może to być starsze rodzeństwo albo ktoś z rodziny lub przyjaciół.

Podczas dotychczasowych eksperymentów wytwarzaliśmy energię elektryczną na różne sposoby. W praktyce energię potrzebą do działania prawie wszystkich układów elektronicznych dostarcza albo bateria jednorazowa, albo jakiś akumulator, albo zasilacz sieciowy. Są to **źródła prądu (i napięcia) stałego**. Niektóre książkowe definicje prądu stałego mogą wprowadzić w błąd. Zapamiętaj więc raczej coś takiego: **prąd stały to prąd płynący w jednym kierunku**.

A co to znaczy **kierunek prądu**?

Źródło prądu stałego ma dwa bieguny (zaczynki, końcówki): dodatni i ujemny. Przyjmujemy, że w **obwodzie zewnętrznym prąd płynie od bieguna dodatniego do ujemnego**, (gdą napięcie zaznaczamy strzałką-wektorem – zwrot jest od minusa do plusa), co jest zilustrowane na **rysunku 1**.

W analogii hydraulicznej wszystko jest jasne: woda w naturalny sposób, pod wpływem siły grawitacji, czyli przyciągania, spływa z góry na dół – kierunek naturalnego ruchu wody jest oczywisty. Prąd, nieco podobnie jak spływ wody, to *ruch nośników ładunku elektrycznego*. Jednak analogia hydrauliczna nie jest wierna: otóż sprawę prądu elektrycznego mocno komplikuje fakt, że ładunki elektryczne mogą być dodatnie lub ujemne (elektrony mają ładunek ujemny, a cząsteczki wody nie mogą mieć „ujemnej masy”). W podręcznikach wyczytasz, że ujemne elektrony mają kierunek ruchu odwrotny niż umownie przyjęty kierunek prądu z rysunku 1. Nie będziemy komplikować tej w sumie dość istotnej kwestii. Z kilku względów **na początek możesz przyjąć, że biegun dodatni to „góra”, a biegun ujemny to „dół”**. Hydrauliczną analogią źródła napięcia stałego (baterii, akumulatora) jest zbiornik wody. Wysokość umieszczenia zbiornika ( $h$ ) i związane z tym ciśnienie odpowiada wielkości napięcia elektrycznego tego źródła (natomiast pojemność zbior-

nika to pojemność baterii/akumulatora, czyli ilość zawartej tam energii elektrycznej). Ilustruje to **rysunek 2a**. Natomiast hydrauliczną analogią zasilacza sieciowego jest (napędzana silnikiem) pompa wodna wytwarzająca pewne ciśnienie (napięcie), według **rysunku 2b**. Napięcie baterii czy zasilacza reprezentowane jest tu przez ciśnienie wody, wytwarzane na wylocie zbiornika/pompy. W przypadku zasilacza trudno mówić o pojemności, tylko o maksymalnej wydajności prądowej, co jest reprezentowane przez wielkość pompy i średnice rur.

A teraz moja rada praktyczna: w miarę możliwości warto tak rysować schematy, żeby obwody podłączone do dodatniego bieguna zasilania były narysowane na schemacie wyżej i by prądy „płynęły z góry na dół”. Taki sposób rysowania schematów nie jest obowiązkowy, ale znacznie ułatwia analizę schematów. Przykłady na **rysunku 3**.

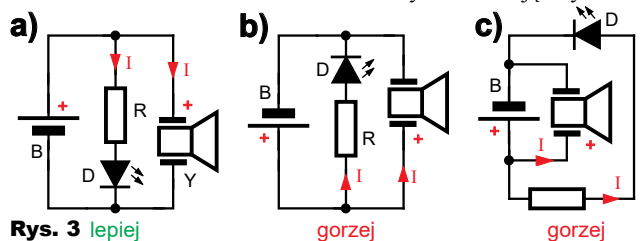
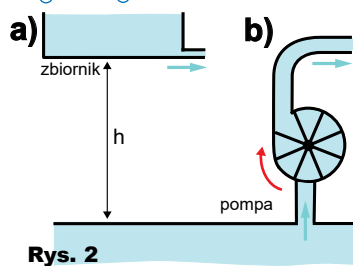
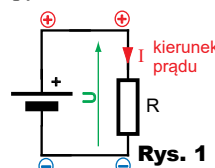
Biegunowość baterii czy zasilacza to sprawa dość oczywista i pokazuje, w którym kierunku będzie płynął prąd. Ale biegunowość zaznaczona jest też na niektórych innych elementach. Na przykład brzęczyk piezo, pokazany na **fotografii 4**, jest elementem biegunowym.

Przewód czerwony to „plus”, czarny to „minus”. Podobnie diody LED.

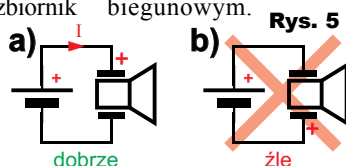
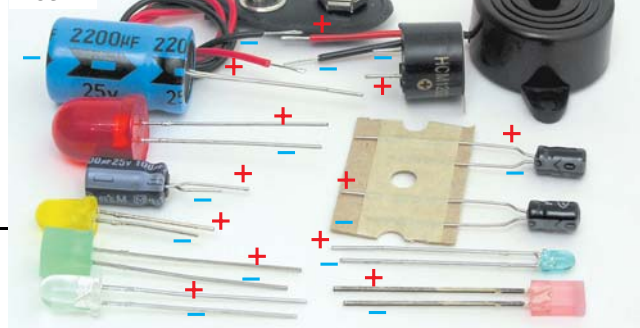
Mamy też liczne elementy niebiegunowe, gdzie „kierunek włączenia” nie ma żadnego znaczenia. Niebiegunowe elementy to przede wszystkim rezystory, cewki (dławiki), niektóre kondensatory, a także przyciski i przełącznik. Inne poznasz w trakcie kursu.

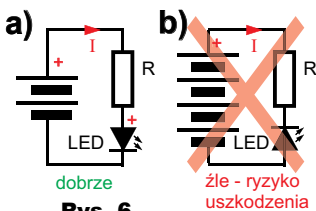
Więcej uwagi trzeba poświęcić elementom biegunowym. Dołączenie brzęczyka piezo według **rysunku 5a** jest prawidłowe: brzęczyk wyda dźwięk – pisk. Przy odwrotnym połączeniu według **rysunku 5b** nie tylko nie wyda dźwięku, ale może ulec uszkodzeniu. Dioda LED (element biegunowy) świeci przy włączeniu według **rysunku 6a**, natomiast przy odwrotnym włączeniu według **rysunku 6b** nie tylko nie zaświeci, ale może ulec uszkodzeniu.

Innym przykładem jest tzw. kondensator elektrolityczny (potocznie zwany *elektrolitem*), z którym już niedługo zapoznamy się bliżej. Jak pokazuje fotografia 4, kondensatory takie mają wyraźnie



**Fot. 4** czerwony: + dłuższa końcówka: +





**Rys. 6**

zaznaczoną końcówkę ujemną i jest ona krótsza od dodatniej. Normalnie są dołączane do źródła zasilania według rysunku 7a. Odwrotne dołączenie do źródła napięcia według rysunku 7b grozi eksplozją! **Fotografia 8** pokazuje, co zostało po „odwrotnym” dołączeniu kondensatora elektrolitycznego do akumulatora samochodowego. **Nigdy nie rób takich eksperymentów, ponieważ grozi to poważnym wypadkiem! Bardzo uważaj też podczas montowania układów elektronicznych i ich pierwszego włączania – odwrotne zamontowanie elektrolita może skończyć się nieszczęściem!** A oto BARDZO WAŻNEGO zagadnienie:

## BEZPIECZEŃSTWO!

Mówimy o źródłach energii i o zamianie form energii. Wiemy, że jeśli płynie prąd i występuje napięcie, to mamy do czynienia z mocą i energią, a bardzo często energia elektryczna zamienia się na ciepło. Jak pokazuje fotografia 8, energia elektryczna może się zamienić w inną w sposób niekontrolowany, na przykład powodując szybkie rozgrzanie i uszkodzenie elementu, a nawet jego wybuch z dużą siłą.

Dlatego elektronik powinien dołożyć wszelkich starań, by uniknąć błędów, ponieważ mogą one spowodować oparzenie, pożar lub wybuch. A wybuch odwrotnie włączonego kondensatora elektrolitycznego może poparzyć twarz i wybić oko.

### Z prądem elektrycznym nie ma żartów!

Dodatkowe niebezpieczeństwo dotyczy sieci energetycznej. W domowym gniazdku elektrycznym (czasem nieprawidłowo nazywanym kontaktem) występuje napięcie o śmiertelnie groźnej wartości 230V. Dotknięcie obwodów sieci energetycznej może spowodować przepływ prądu przez ciało człowieka, a to może

wiązać się z silnym wstrząsem, niekontrolowanym skurczem mięśni, a nawet śmiercią. Niestety, **mnóstwo osób straciło życie wskutek porażenia prądem z sieci energetycznej 230V. Nie stań się kolejną ofiarą!**

Na początek prosta zasada: **ŻADNYCH EKSPERYMENTÓW z siecią 230V!** A jeśli już, to wyłącznie pod opieką wykwalifikowanego nauczyciela. Jedynym wyjątkiem jest użycie gotowych, fabrycznych zasilaczy sieciowych, których budowa zapewnia odpowiednią izolację od niebezpiecznego napięcia sieci. Nie grożą porażeniem (bezwzględnie bezpieczne dla zdrowia są) napięcia nieprzekraczające 24V. Baterie i akumulatory zazwyczaj mają napięcie od 1 wolta do 12V, więc ich dotknięcie nie grozi porażeniem, ale jeśli dysponują one dużą energią, w przypadku błędu w układzie niewykluczone jest ryzyko poparzenia lub wybuchu.

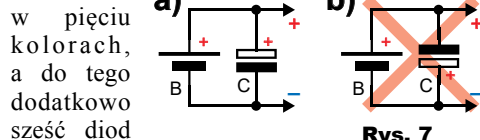
Początkujący czasem pytają: *czy to wolta zabijają, czy ampery?*

Pytanie jest błędnie sformułowane: nie zabijają ani wolta, ani ampery, tylko zabija energia elektryczna, która zaburza funkcjonowanie ludzkiego organizmu. W normach bezpieczeństwa podaje się maksymalne wartości prądu, jaki może przepłynąć przez organizm. Można przyjąć, że górną granicą bezpieczeństwa jest 15...30 miliamperów. A teraz...

## Ćwiczenia

W ćwiczeniach wykorzystywane są bardzo popularne podzespoły. Dla wygody uczestników kursu, w AVT dostępny jest zestaw EdW10, zawierający potrzebne elementy (skład zestawu na końcu artykułu). Do zasilania zalecany jest zasilacz uniwersalny 3...12V z przełącznikiem, dający stabilizowane napięcie 3V, 4,5V, 6V, 7,5V, 9V, 12V (można kupić w AVT), ale do wielu ćwiczeń można wykorzystać baterię – bloczek 9V lub jakiś akumulator 9...12V. Oprócz tego potrzebny będzie multimetr cyfrowy. Może być najprostszy i najtańszy z serii M830, ale lepiej dołożyć trochę pieniędzy i kupić multimetr za co najmniej 40 złotych, na przykład coś z serii M890.

W opisanych dalej ćwiczeniach należy wykorzystać „zwykłe” diody LED, a nie migające. W zestawie AVT-710 masz 10 „zwykłych” diod LED



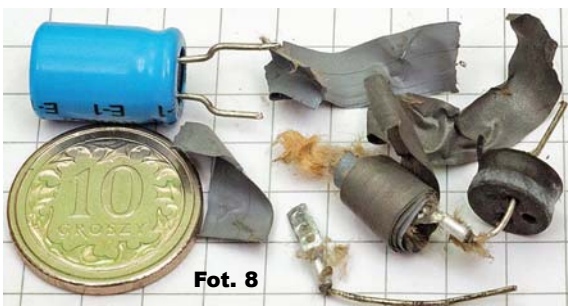
**Rys. 7**

w pięciu kolorach, a do tego dodatkowo sześć diod LED migających – poznasz je po ciemnej plamce wewnątrz obudowy – **fotografia 9**. Ta „plamka” to tak zwany **układ scalony**, zawierający generator i obwody ograniczania prądu. Natomiast „zwykłe” diody LED nie mają żadnego obwodu ograniczania prądu i dołączenie ich wprost do zasilacza zakończy się ich uszkodzeniem (spaleniem). Od początku pamiętaj, że „zwykłe” diody LED muszą współpracować z obwodem ograniczania prądu – zwykle jest to po prostu rezystor, jak na rysunkach 3, 6a. Diody LED o różnych kolorach, różnego typu, pochodzące od różnych wytwórców, mają odmienne właściwości. Aby „poczuć” te ważne i praktyczne kwestie, zestaw układ według **rysunku 10**, zwracając uwagę na biegunowość diod (dłuższa końcówka diody LED jest dodatnia). Najpierw zastosuj rezystory 1kΩ. Zwróć uwagę na różnice jasności diod o różnych kolorach – diody różnego typu, od różnych producentów, przy danym prądzie mają zdecydowanie różną jasność. Potem wymień rezystory na 10kΩ, a następnie 100kΩ i wreszcie 1MΩ. Wykonując to proste ćwiczenie, zdobędziesz praktyczne doświadczenie co do wartości rezystora ograniczającego prąd przy zasilaniu 12V.

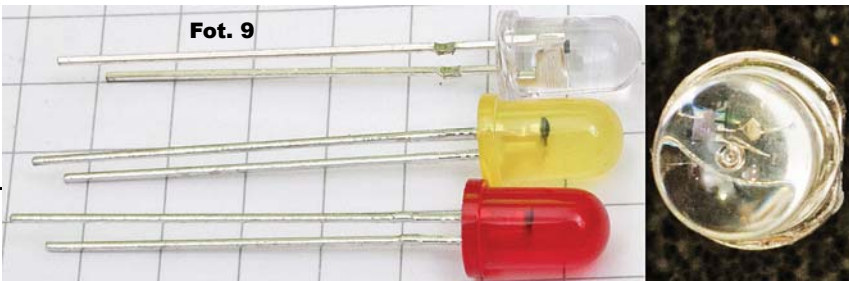
**Uwaga!** Przy zasilaniu 12V nie stosuj rezystorów o wartości poniżej 1kΩ, bo zbyt duży prąd mógłby uszkodzić diody LED. W zestawie EdW10 masz po dziesięć rezystorów o „okrągłych” nominałach, gdzie pierwsze cyfry to 10, więc dwa pierwsze paski to zawsze brązowy i czarny, a ostatni pasek jest złoty (tolerancja 5%), natomiast **kolor trzeciego paska** świadczy o wartości rezystora:

złoty: 1Ω	czerwony: 1kΩ	zielony: 1MΩ
czarny: 10Ω	pomarańczowy: 10kΩ	niebieski: 10MΩ
brązowy: 100Ω	złoty: 100kΩ	

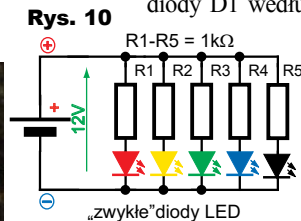
Nie będziemy eksperymentować z odwrotnym włączaniem elementów biegunowych, bo skutki mogłyby być opłakane (fotografia 8). Wyjątkiem jest klasyczna dioda, dla której praca „odwrotna” jest czymś jak najbardziej normalnym. Przy włączeniu diody D1 według **rysunku 11a** i **fotografii 12**, czyli w kierunku przewodzenia, zaświecą się lampki i odezwie się brzęczyk (jeżeli dźwięk jest za głośny – zaklej otwór brzęczyka taśmą klejącą). Natomiast przy odwrot-



**Fot. 8**



**Fot. 9**



**Rys. 10**



nym włączeniu D1 według **rysunku 11b** układ nie będzie działał, ponieważ klasyczna dioda krzemowa D1 jest włączona „odwrotnie”, czyli w kierunku zaporowym i prąd nie płynie (płyne tzw. prąd zerowy diody D1, ale o znikomo małej, pomijalnej wartości).

W niektórych układach celowo umieszcza się diodę (D1) w obwodzie zasilania jak na **rysunku 11a**, by zabezpieczyć układ w przypadku omyłkowego, odwrotnego dołączenia baterii lub zasilacza, a to w praktyce niestety zdarza się dość często. Takie włączenie diody powoduje jednak pewną stratę napięcia. Na diodzie (typu 1N4007) występuje napięcie, tak zwane napięcie przewodzenia ( $U_F$ ) około 0,6...0,8V i o tyle mniejsze napięcie zasilania układ ( $U_Z$ ). Jeśli przez diodę płynie prąd I, to w diodzie występują straty mocy  $P = U_F \cdot I$  (przy większych prądach byłyby wyraźnie ciepła, a nawet gorąca). Pamiętajmy też, że w rezystorze też wydzielą się moc strat ciepłych ( $P = U_R \cdot I$ ).

W układzie z **rysunku 11a** usuń diodę migającą i piszczyk Y1. Zmierz napięcie  $U_F$  diody D1. Wymień diodę D1 na małą 1N4148 – jakie napięcie ( $U_F$ ) na niej wystąpi? A potem jako D1 wstaw 1N5819. Jakie na niej będzie napięcie  $U_F$ ? 1N5819 to tak zwana dioda Schottky’ego (*szotkiego*). Znacznie mniejsza jest strata napięcia (niższe napięcie przewodzenia  $U_F$ ) i występują mniejsze straty mocy.

Gdy dodasz diodę migającą zobaczysz, że napięcie przewodzenia zależy od płynącego prądu (a gdy dołączysz do tego jeszcze brzęczyk Y1, możesz się mocno zdziwić - na razie nie będziemy „ruszać tej zagadkowej sprawy”).

Do diod wrócimy w następnym spotkaniu, a na razie omówimy straszaczkę początkujących **prawa Kirchhoffa**, które w rzeczywistości okazują się czymś oczywistym. Nie przejmuj się podręcznikowymi definicjami. Sens „prądowego” prawa Kirchhoffa jest taki, że prąd w obwodzie płynie w zamkniętych pętlach, a płynąc, nie może ani „wyparować”, ani też „pojawić się znikąd”. A właśnie to oznacza, że *suma prądów dopływających do węzła (rozgałęzienia) zawsze jest równa sumie prądów wypływających*. Ilustruje to **rysunek 13**.

Sens drugiego prawa Kirchhoffa jest również prosty: napięcie w obwodzie też nie może ani „zginąć”, ani „pojawić się znikąd”. A to oznacza, że w zamkniętym obwo-

dzie *suma napięć pochodzących ze źródeł napięcia zawsze jest równa sumie napięć na odbiornikach*.

Prosty przykład masz na **rysunku 14**, gdzie mamy trzy źródła napięcia i kilka odbiorników.

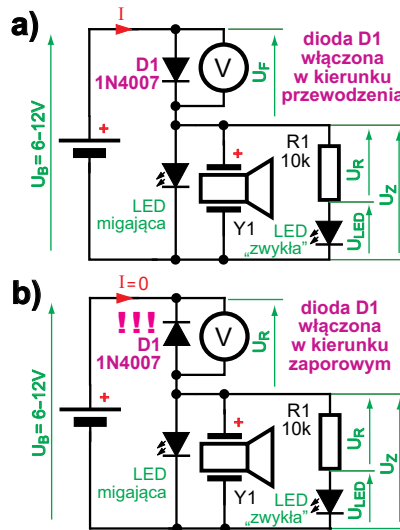
Prawa Kirchhoffa pozwalają obliczać wartości prądów i napięć w rozbudowanych obwodach elektrycznych, a uczniowie i studenci „katowani są” teoretycznymi zadaniami, które niewiele mają wspólnego z praktyką. Dla nas dwa ostatnie rysunki niech będą podstawą do praktycznej nauki.

I tak w układzie z **rysunku 15a** z jednym rezystorem 10kΩ prąd diody jest niewielki, około 1mA. Prąd możemy obliczyć z prawa Ohma ( $I = U/R$ ), mierząc napięcie U na rezystorze i dzieląc przez jego rezystancję R. Jeżeli połączymy kilka rezystorów równolegle według **rysunku 15b**, to prąd diody LED będzie sumą prądów rezystorów R1, R2, R3, R4...

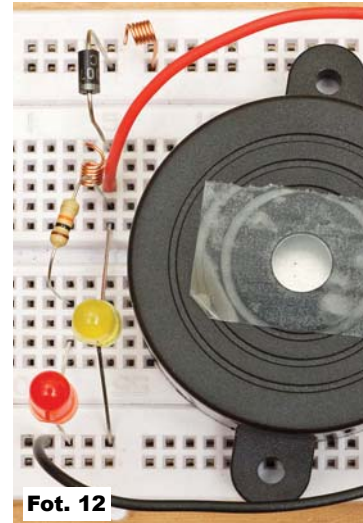
Pocwicz, by poczuć te zależności. I tak najpierw zestaw układ z **rysunku 15a**, a potem dołącz równolegle do R1 rezystor R2 o wartości 100kΩ – zwiększysz wartość prądu, ale niewiele, bo tylko o około 10%. Natomiast gdy do rezystora 10-kiloomowego dołączysz R2 = 1kΩ, prąd wzrośnie mniej więcej dziesięciokrotnie. Równoległe do R1 dołączaj rezystory o różnej wartości w zakresie 1kΩ do 10MΩ. **Aby nie przeciążyć i nie spalić diody LED, w tym ćwiczeniu nie używaj rezystorów o wartości mniejszej niż 1 kiloom.**

Zapamiętaj, że przy połączeniu równoległym rezystorów rezystancja wypadkowa jest mniejsza od rezystancji najmniejszego z rezystorów składowych. W przypadku dwóch rezystorów połączonych równoległe często korzystamy z wzoru na rezystancję zastępczą:  $R_R = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$

W przypadku ogólnym dowolnej liczby rezystorów korzystamy z zależności z **rysunku 16**, a obliczenia łatwo wykonać z użyciem kalkulatora z pamięcią.



Rys. 11



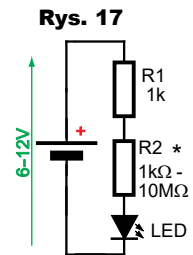
Fot. 12

Zmodyfikuj układ według **rysunku 17** i sprawdź, co w praktyce oznacza szeregowe łączenie rezystorów: w szereg z rezystorem R1 = 1kΩ włączaj rezystory 1kΩ...10MΩ. Zasada jest prosta: **przy łączeniu szeregowym rezystancja zastępcza jest równa sumie rezystancji rezystorów składowych**  $R_S = R1 + R2 + R3 + \dots$

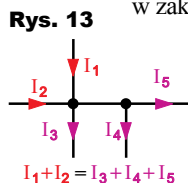
**Uwaga!** W zestawie EdW10 celowo występują tylko rezystory o nominalach, będących wielokrotnością liczby 10, przez co praktycznie półwiczysz łączenie szeregowo i równoległe. Otóż jeżeli w ćwiczeniach potrzebne będą inne wartości, można je bardzo łatwo „złożyć”. I tak dwa **jednakowe rezystory połączone równoległe** dają rezystancję wypadkową dwa razy mniejszą niż każdy z nich (ogólnie  $R_{RN} = R/N$ ). Np. łącząc równoległe dwa rezystory 10kΩ, uzyskasz 5kΩ. Łącząc równoległe 3 rezystory 10kΩ, uzyskasz 3,3kΩ. Podobnie **łącząc w szereg dwa jednakowe rezystory**, uzyskasz rezystancję dwa razy większą (ogólnie  $R_{SN} = N \cdot R$ ). Dwa rezystory 1kΩ połączone w szereg dadzą 2kΩ, a trzy – 3kΩ. Możesz też łączyć szeregowo-równoległe, np. równoległe 2x10kΩ (5kΩ) plus w szereg dwa po 1kΩ dadzą w sumie 7kΩ.

By „poczuć temat”, przeprowadź takie próby i obliczenia według **rysunku 17**, wstawiając zamiast R2 połączenie szeregowo-równoległe różnych rezystorów. Z łączeniem szeregowym nie ma problemu, a zamiast przeprowadzać obliczenia połączenia równoległego, w *Niezbędniku* w następnym numerze znajdziesz gotową tabelkę z wartościami, jakie uzyskujemy, łącząc równoległe dwa rezystory z 5-procentowego szeregu E24.

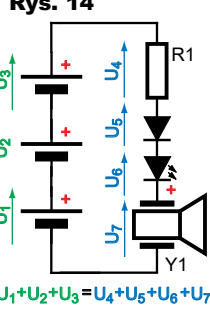
A teraz bardzo ważna sprawa praktyczna: gdybyśmy podłączyli diodę LED wprost do źródła napięcia o większej wartości, to popłynąłby



Rys. 17

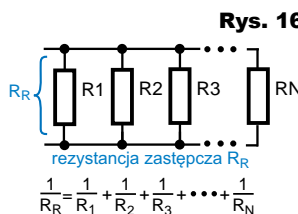


Rys. 13

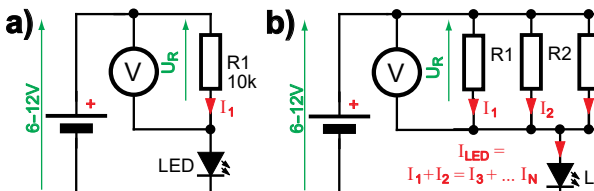


Rys. 14

Rys. 15



Rys. 16



bardzo duży prąd i najprawdopodobniej dioda po chwili by się dosłownie spaliła. Aby do tego nie dopuścić, trzeba ograniczyć prąd – w najprostszym przypadku właśnie za pomocą rezystora. W praktyce często trzeba dobrać wartość rezystora ograniczającego, by uzyskać określony prąd diody LED. Zgodnie z (uproszczonym) **rysunkiem 18**, aby prąd miał potrzebną wartość  $I$ , wartość rezystora ograniczającego winna wynosić:

$$R = (U_{ZAS} - U_{LED}) / I$$

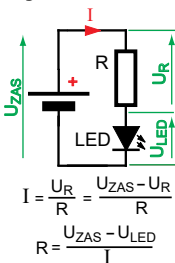
A jakie jest napięcie na diodach LED o różnych kolorach? Zbadaj to w układzie z **rysunkiem 19** i **fotografii 20**. Zmierz napięcie na wszystkich „zwykłych” diodach LED przy zasilaniu 12V i przy dwóch wartościach rezystancji  $R_1$ . Wyniki wpisz do **tabeli 1**. Zwróć uwagę, że pomimo dramatycznie różnej (100-krotnie) wartości rezystancji, prądu i jasności, napięcie na diodzie zmienia się stosunkowo mało.

Oblicz/oszacuj przybliżone wartości średnie dla różnych kolorów diod. Zwróć uwagę, jakie są średnie wartości napięcia na diodach o różnych kolorach, zwłaszcza niebieskich i białych, by przy doborze rezystora ograniczającego bez problemu korzystać ze wzoru:  $R = (U_{ZAS} - U_{LED}) / I$

Jako zadanie domowe najpierw według tego wzoru oblicz rezystancję ograniczającą  $R_X, R_Y$ , by przy napięciu zasilania 4,5V prąd diody czerwonej i niebieskiej wynosił na przykład 2mA – **rysunek 21**. Potem łącząc rezystory szeregowo/równoległe, zestaw tak obliczoną wartość i zmierz rzeczywistą wartość prądu. W tego rodzaju obwodach precyzja nie jest potrzebna – dopuszczalne są różnice spodziewanej i rzeczywistej wartości prądu rzędu 20%, a nawet 50%.

I jeszcze jeden szczegół: przy napięciu zasilania niewiele wyższym od napięcia diody różnice wartości  $R_X, R_Y$  będą duże. A na ile różniłyby się wartości  $R_X, R_Y$  przy napięciu zasilania 12V? Oblicz i sprawdź! A oto kilka innych propozycji.

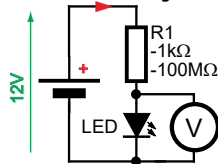
**Rys. 18**



$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_{ZAS} - U_{LED}}{R}$$

$$R = \frac{U_{ZAS} - U_{LED}}{I}$$

**Rys. 19**



**Migacze i migaczki.** W zestawie EdW10, oprócz dziesięciu „zwykłych” diod LED w pięciu kolorach, masz też sześć diod LED migających – poznasz je po czarnej plamce wewnątrz przezroczystej obudowy. O ile „zwykłe” diody LED muszą współpracować z obwodem ograniczającym prąd, np. rezystorem, o tyle diody migające można dołączać wprost do źródła napięcia. Ale nie zaszkodzi im włączenie „na wszelki wypadek” szeregowo rezystora.

Możesz więc zre-

alizować najprostsz efekt świetlny według **rysunku 22**. Jeśli w interesujący sposób rozmieścisz diody (nie na płytce stykowej, tylko w jakiejś płycie czołowej, np. z kartonu), efekt okaże się zaskakująco atrakcyjny.

**Piszczyk.** Warto wiedzieć, że jeżeli w szereg z diodą migającą włączysz brzęczyk piezo, uzyskasz przerywany dźwięk. Przy niektórych diodach trzeba będzie dołączyć równoległe do brzęczyka rezystor o dobranej wartości. Wypróbuj działanie układu z **rysunku 23a** i **fotografii 24** z różnymi wartościami rezystora  $R_1$  (100Ω, 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ). A jaki efekt da wersja z **rysunku 23b**?

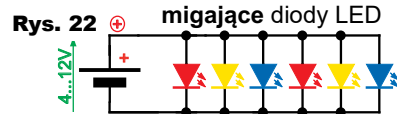
**Wskaźnik biegunowości.** Najprostszym wskaźnikiem biegunowości napięcia (powyżej 3V) możesz wykonać ze „zwykłymi” diodami LED według **rysunku 25**.

W zasadzie lepiej byłoby zastosować diodę czerwoną zamiast białej, ale większość diod czerwonych ma małą skuteczność, stąd użycie „czulszej” diody białej.

**Alarm „najnajprostsz”.** Czasem trzeba szybko zrobić prowizoryczny alarm. W zestawie EdW10 mamy bardzo głośną syrenę (przetwornik pie-



**Fot. 20**



zoelektryczny z generatorem). Nietrudno też o źródło zasilania 9...12V. Wystarczy do tego dodać czuj-

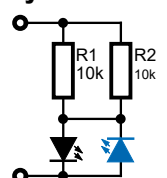
nik. W najprostszym przypadku tym czujnikiem może być jakikolwiek styk, który w stanie czuwania będzie rozarty, z jego zwarcie wywoła alarm.

Może to być styk rozwierny, oznaczany NC (*normally closed*). Gdy jest w spoczynku – styki są zwarte, a gdy jest naciśnięty – styki są rozarte.

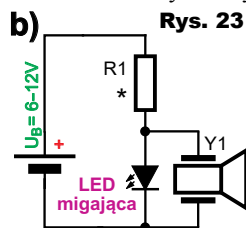
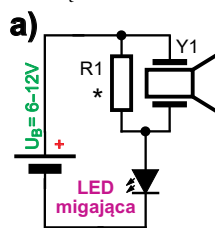
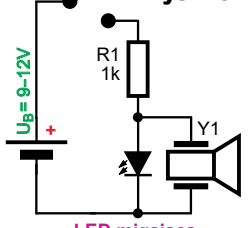
W zestawie EdW10 masz wyłącznik krańcowy – przełącznik, który może pracować w takiej roli. Wyprowadzenie oznaczone na obudowie C (lub COM – common) to końcówka wspólna. NC to styk normalnie zwarty (Normally Closed), NO – normalnie otwarty (Normally Open).

Taki przełącznik śmiało można wykorzystać w roli czujnika, np. montując w drzwiach tak, by otwarcie drzwi spowodowało zwarcie styku. Mój prowizoryczny model według **rysunku 26** pokazany jest na **fotografii 27**. W modelu „użytkowym” przełącznik trzeba dołączyć do układu odpowiednio długimi przewodami.

**Rys. 25**



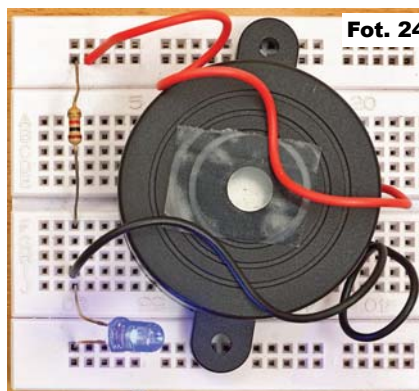
**Rys. 26**



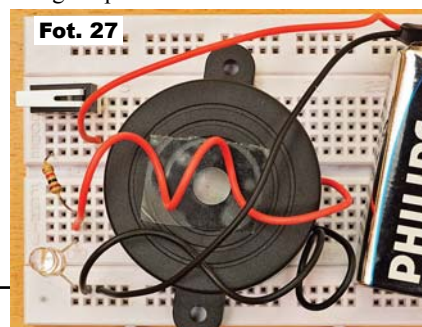
**Rys. 21**



**Rys. 23**



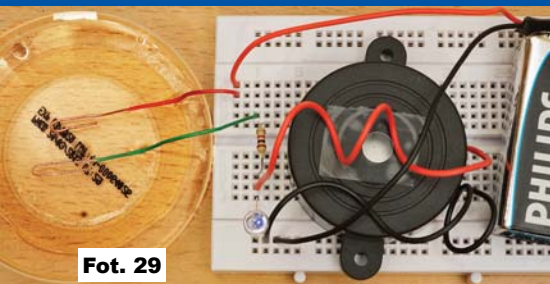
**Fot. 24**



**Fot. 27**

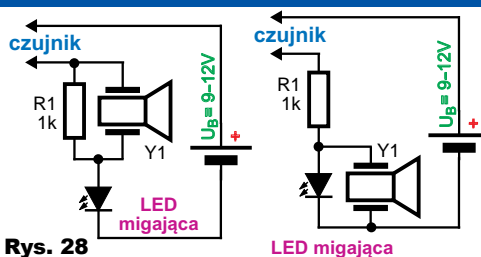
Kolor	$U_{LED}$	$U_{LED}$	$U_{LED}$ średnio
	$R=100k$	$R=1k$	
czerwona			
żółta			
zielona			
niebieska			
biała			





Fot. 29

**Czujnik zalania wodą.** Woda destylowana nie przewodzi prądu. Jednak obecność

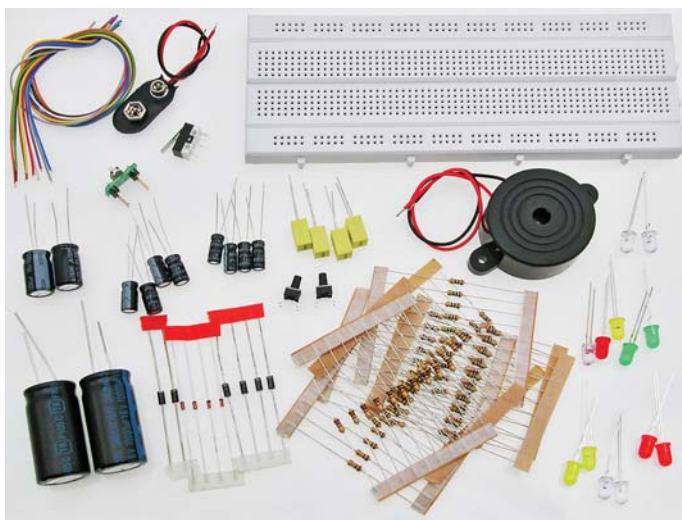


Rys. 28

w wodzie jakichkolwiek domieszek powoduje, że przewodzi ona prąd (choć niezbyt dobrze). Najprostszy sygnaliza-

tor zasilania możesz zrealizować według któregoś ze schematów z rysunku 28. Czułość zależy od powierzchni elektrod czujnika. A tym czujnikiem mogą być dwa kawałki drutu (fotografia 29) albo jakieś blaszki o większej powierzchni. Przy okazji możesz sprawdzić przewodnictwo różnych cieczy, nie tylko wody.

Piotr Górecki



### Wykaz elementów zestawu EDWA10

**Rezystory:**

(10szt każdego nominalu)

- 1Ω
- 10Ω
- 100Ω
- 1kΩ
- 10kΩ
- 100kΩ
- 1MΩ
- 10MΩ

**Kondensatory:**

- 1uF MKT – 4szt
- 10uF/25V – 4szt.
- 100uF/25V – 4szt
- 1000uF/16V – 2szt
- 10000uF/16V – 2szt.

**Diody**

- 1N4148 – 4szt
- 1N4004...7 – 4szt
- 1N4817...19 – 2szt
- LED „zwykłe” – 10szt.
- (5 kolorów po 2 sztuki)
- LED migające 12V – 3szt.
- (3 kolory po 2 sztuki)
- płytki stykowe SD12 – 1szt
- przewody (druć izolowany)
- złączka baterii kijanka – 1szt
- syrena piezo 100dB – 1szt.
- przycisk mikroswitch – 2szt.
- przełącznik krańcowy – 1szt.
- przełącznik dwuobwodowy z płytką + goldpin – 1szt