

Elektronika dla juniora (i seniora), czyli elektroniczne przedszkole

„Elektronika dla Wszystkich” ma już ponad 20 lat. Pokolenie tych, którzy w połowie lat 90. XX wieku byli młodymi Czytelnikami dziś ma dzieci, które zaczynają interesować się elektroniką. Nie można jednak nauczyć się elektroniki na współczesnych gadżetach. Na przykład dzisiejszy smartfon to niesamowicie skomplikowane urządzenie. Na jego przykładzie nie można w prosty sposób zacząć uczyć się elektroniki. Niemniej opinii wielu Czytelników niedwuznacznie wskazują, iż należałoby wrócić do podstaw. I to nawet nie do pierwszej klasy, tylko do zerówki, a nawet do elektronicznego przedszkola.

I właśnie w tym jubileuszowym numerze zaczynamy „zerowy” cykl – elementarny kurs podstaw elektroniki dla najmłodszych i nie tylko. Jak zawsze

założeniem jest, by nie tylko czytać, ale też wykonywać praktyczne ćwiczenia.

Ponieważ kurs adresowany jest głównie do najmłodszych, nawet do kilkulatków, założeniem jest, że **młodziutki „uczeń” nie zostanie pozostawiony sam sobie ponieważ proponowane ćwiczenia ma wykonywać z kimś choć troszkę starszym i doświadczonym**. Oprócz rodziców może to być starsze rodzeństwo albo ktoś z rodziny lub przyjaciół.

Cykl przewidziany jest także dla seniorów. Praktyka pokazuje, że niektórzy zdążyli się zestarzeć, a do tej pory nie wykonali pewnych elementarnych, a bardzo interesujących eksperymentów. Dotyczy to także zawodowych elektroników. Dla wielu seniorów realizacja przedstawionych prostych eksperymentów, być może wspólnie z dziećmi lub wnukami,

też będzie źródłem ogromnej satysfakcji, a może także spełnieniem dawnych dziecięcych pragnień, przez lata zagluszanych obowiązkami dnia codziennego.

Pierwsze odcinki kursu przedstawiają fundamentalne zagadnienia dotyczące przemian energii. Wykorzystywane w nich popularne elementy można znaleźć w wielu domach. Dalsze ćwiczenia polegają na zestawianiu prostych układów elektronicznych. Kto nie znajdzie w domu niezbędnych części, będzie mógł nabyć w AVT stosowne zestawy elementów. Oczywiście bardzo pożądanym wyposażeniem będzie jakikolwiek, nawet najtańszy multimetr, a lepiej dwa multimetry. Posiadanie oscyloskopu pozwoli jeszcze lepiej zbadać i zrozumieć omawiane zagadnienia.

Oto pierwszy odcinek:

Spotkanie 1: Przemiany energii

Elektronika to wspaniała, fantastyczna i fascynująca, ale też bardzo obszerna dziedzina. Żeby nie zgubić się w ogromie informacji, zacznijmy od **energii**.

Najprościej mówiąc, **energia to zdolność do wykonania pracy**. Istnieją różne rodzaje energii, w tym mechaniczna (potencjalna i kinetyczna), elektryczna, magnetyczna, chemiczna, jądrowa, cieplna i sporo innych. Nas interesować będzie głównie **energia elektryczna**, ale musisz wiedzieć, że **każdy rodzaj energii można przekształcić (zamienić) na inny rodzaj energii**.

Z przemianami rodzajów energii mamy do czynienia na co dzień. W elektrowni, prądnicy samochodowej (alternatorze), a także w dynamie roweru energię elektryczną uzyskujemy z energii mechanicznej. Natomiast w silniku elektrycznym jest odwrotnie: energię elektryczną zamieniamy na mechaniczną. W bateriach i akumulatorach energię elektryczną uzyskujemy z energii chemicznej, a ładowanie akumulatora to zamiana energii elektrycznej na chemiczną. Energia elektryczna przekazywana jest do układów i elementów elektronicznych. W niektórych z nich jest zamieniana na inne rodzaje energii. Na przykład energia elektryczna z baterii smartfona jest zamieniana po części na energię świetlną promieniowania ekranu,

częściowo na energię dźwięku głośnika/słuchawek (energiją drgań powietrza), po części na energię fal radiowych służących do łączności z siecią komórkową i wreszcie na energię cieplną, czego przejawem jest wyraźne nagrzewanie smartfona podczas intensywnego wykorzystywania.

Prąd, napięcie, moc...

W przypadku energii elektrycznej w grę wchodzi **prąd elektryczny** oraz **napięcie elektryczne**.

W sumie chodzi o tajemnicze zjawiska, które niełatwo w pełni zrozumieć. Mówimy, że **prąd elektryczny to ruch nośników ładunku** (elektronów). Dla ułatwienia **prąd elektryczny porównujemy do przepływu wody w rurach instalacji**, natomiast **napięcie elektryczne porównujemy do ciśnienia wody w instalacji wodociągowej**. Dlatego mówimy, że **prąd płynie** w przewodach – zawsze płynie on w obwodach zamkniętych, w „pętłach”. Natomiast **napięcie (czyli „ciśnienie elektryczne”) – nie płynie, tylko występuje**.

Wchodzące tu w grę zależności zapisujemy wzorami, w których prąd oznaczamy literą I (i), napięcie literą U (u).

Mierzone wartości prądu i napięcia trzeba wyrazić w jakichś jednostkach.

I tak **miarą (jednostką) prądu**, ściślej **natężenia prądu jest amper**, w skrócie **oznaczany literą A**. Jeden **amper (1A)** to dość duży prąd. W elektronice częściej mamy do czynienia z mniejszymi prądami i dlatego stosujemy jednostki mniejsze (podwielokrotne): **miliamper**, oznaczany **mA** to 1/1000 ampera, **mikroamper (uA lub μA)** to jedna milionowa ampera, **nanoamper (nA)** to jedna miliardowa ampera, czasem **pikoamper (pA)** – jedna bilionowa ampera. W energetyce wykorzystuje się jednostkę wielokrotną: **kiloamper (kA)** czyli 1000A.

Jednostką napięcia jest volt, oznaczany dużą literą V. Czasem używamy jednostek wielokrotnych: w technice wysokich napięć **kilowoltów (kV; 1000 woltów)**, a bardzo rzadko **megawoltów (1MV = milion woltów)**, tylko w przypadku wyładowań elektrycznych – piorunów. W elektronice często mamy do czynienia z małymi i bardzo małymi napięciami, które mierzymy w **miliowoltach (1mV = 1/1000wolta)** oraz **mikrowoltach (uV lub μV)**, czyli milionowych częściach wolta, a bardzo rzadko w **nanowoltach (nV)**, czyli miliardowych częściach wolta.

Pomnożenie napięcia (U) i natężenia prądu (I) daje **moc**, oznaczaną literą P, wyrażaną

w **watach (W)**, a także w nanowatach, mikrowatach, miliwatach, kilowatach i megawatach. Zapisujemy to wzorem $P = U \cdot I$ przy czym $1V \cdot 1A = 1W$

Przykładowo stara żarówka rowerowa 6V 2,7W pobiera 0,45A prądu, a nowoczesna lampa LED o mocy 7W pobiera z sieci energetycznej o napięciu 230V prąd o natężeniu około 0,03A, czyli 30mA.

Pomnożenie mocy **P** (w watach) przez czas **t** (w sekundach) daje energię **E**: ($E = P \cdot t$), wyrażaną w **watosekundach (Ws)**, przy czym 1 watosekunda (Ws) to znany z lekcji fizyki jeden **dżul (J)**. $1W \cdot 1s = 1Ws = 1J$. Watosekunda (czyli dżul) to niewiele energii – w energetyce (i w domowych rozliczeniach z zakładem energetycznym) wykorzystujemy jednostkę wielokrotnie większą: **kilowatogodzinę (kWh)**, gdzie $1kWh = 1000W \cdot 3600s = 3600000Ws (J)$.

Energia i moc są ze sobą blisko związane: możemy w uproszczeniu powiedzieć, że **energia to zużycie sumaryczne w ciągu jakiegoś dłuższego czasu, a moc to zużycie chwilowe**.

Stara „setka”, czyli klasyczna żarówka 100W (0,1kW) przez godzinę pracy zużyje 0,1kWh energii. Dająca tyle samo światła świetlówka kompaktowa o mocy 23W (0,023kW) zużyje tyle samo energii przez 4,35 godziny, natomiast podobnie świecąca nowoczesna „żarówka LED” o mocy 12 watów (0,012kW) tę samą ilość energii zużyje w ciągu 8,33 godziny.

W akumulatorze smartfona można zmagazynować kilka wato-

godzin (Wh) energii czyli do kilkudziesięciu tysięcy watossekund (dżuli). Akumulator samochodowy 50Ah 12V gromadzi 600Wh, czyli 0,6kWh = 2160000Ws(J).

Jeden wat (1W) to mała moc. Mniej więcej taką moc pobiera z baterii niewielka latarka. W naszym życiu mamy do czynienia z mocą o różnej wielkości. Na przykład elektryczne grzejniki mają dużą moc 1000...2300 watów (1...2,3kW). Czajnik elektryczny zazwyczaj ma moc około 2kW, więc jeżeli zagotowuje wodę w ciągu 5 minut, czyli w ciągu 1/12 godziny, to zużyje 1/6 kilowatogodziny (0,17kWh, co przy cenie energii 70 groszy za kilowatogodzinę daje około 12 groszy). Przeciętny telewizor pobiera podczas pracy 50...200 watów mocy. Z drugiej strony mała kolorowa lampka – kontrolka w komputerze czy telewizorze pobiera moc rzędu 0,003W, czyli 3mW. Podobnie mała moc elektryczna, około 0,001W (1mW) jest doprowadzona do słuchawki/głośniczka w telefonie komórkowym. W elektronice często mamy do czynienia z mocami rzędu ułamków wata i nawet tak znikome moce potrafimy w interesujący sposób wykorzystać.

Trzeba przy tym wiedzieć, że daną moc możemy uzyskać przy dużym napię-

ciu i małym prądzie (np. $230V \cdot 0,026A = 5,98W$), jak też przy małym napięciu i dużym prądzie ($1,15V \cdot 5,2A = 5,98W$). We współczesnej elektronice zazwyczaj mamy do czynienia z niedużymi napięciami rzędu kilku woltów. Zakres prądów w elektronice jest ogromny: o ile mały kalkulator pobiera znacznie poniżej 1mA (0,001A), o tyle procesor komputera może pobierać np. 20 amperów prądu, a nawet więcej.

Schematy

W elektronice zamiast zamieszczać fotografie elementów i połączeń, rysujemy schematy, używając bardzo uproszczonych symboli tych elementów. Schemat elektryczny pokazuje, jak mają być połączone końcówki elementów, bez informacji o szczegółach realizacji tych połączeń.

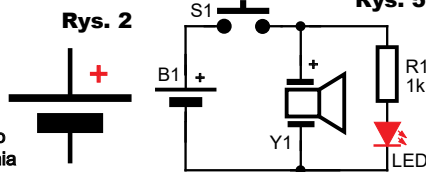
Fotografia 1 pokazuje baterie, akumulatorki oraz zasilacz sieciowy. Na **rysunku 2** przedstawiony jest ogólny symbol źródła zasilania – tak oznaczamy dowolne źródło napięcia elektrycznego, niezależnie od jego napięcia, wydajności prądowej i dostępnej ilości energii.

Na **fotografii 3** znajdują się przykładowe elementy elektroniczne, a na **rysunku 4** ich symbole graficzne, stosowane do rysowania schematów. Zarówno wygląd, rozmiar i kształt elementów, jak też ich symbole graficzne mogą się różnić od pokazanych, jednak takie różnice nie są istotne – schemat ideowy ma tylko pokazać jak mają być ze sobą połączone końcówki elementów.

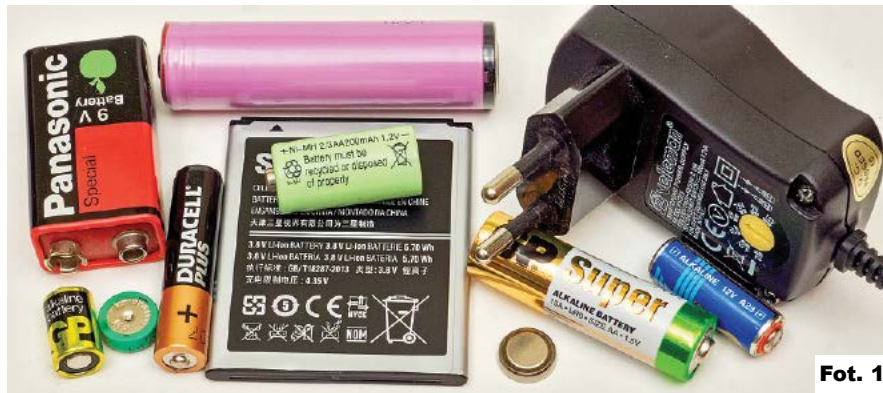
Rysunek 5 pokazuje przykładowy prosty schemat. Gdy przycisk S1 zostanie wciśnięty (zwarły), zamknie obwód i z baterii popłynie prąd. Zacznie wtedy piszczeć brzęczyk piezo Y1 (z wbudowanym generatorem) i zaświeci czerwona lampka LED. Zauważ, że w szeregu z diodą LED jest włączony rezystor, który ograniczy prąd do bezpiecznej wartości.

UWAGA!

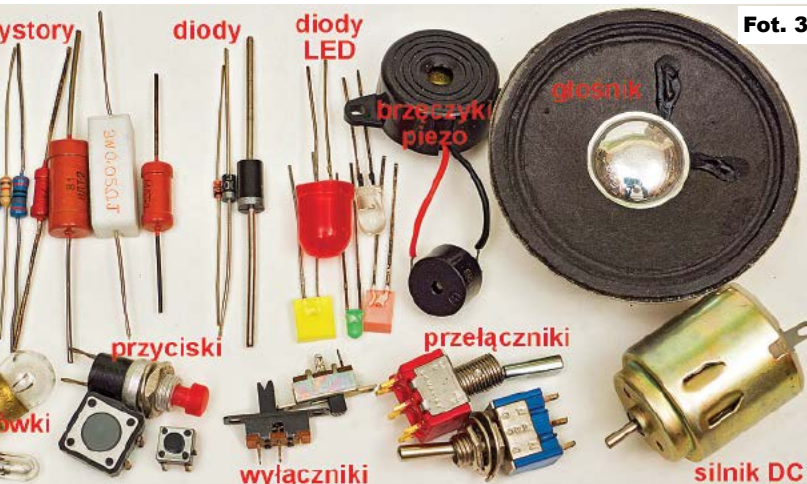
Nigdy nie podłączaj wprost do baterii czy zasilacza diody LED bez szeregowego rezystora ograniczającego, ponieważ może popłynąć duży prąd i uszkodzić (spalić) diodę LED.



źródło zasilania

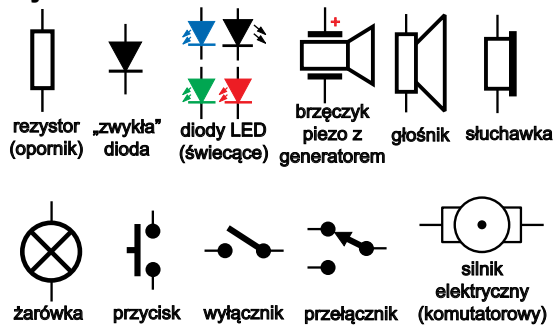


Fot. 1



Fot. 3

Rys. 4





Fot. 6



Fot. 7



Fot. 8



b)

Fot. 9



Pomiary

Do pomiaru napięcia elektrycznego służy **woltomierz**, a do pomiaru (natężenia) prądu elektrycznego – **amperomierz**. Dostępne są oddzielne woltomierze i amperomierze, ale dziś absolutnie najpopularniejsze są tzw. **multimetry**, czyli **mierniki uniwersalne**. **Fotografia 6** pokazuje zaawansowany multimetr. We wszystkich zasadach pomiarów napięcia i prądu jest prosta: należy ustawić wielopozycyjne pokrętkę na właściwy pomiar i zakres, a przewody pomiarowe dołączyć do odpowiednich gniazd, jeden zawsze do tego oznaczonego COM (common – wspólny). **Fotografia 7** przedstawia ustawienie do pracy w roli woltomierza. W najtańszych multimetrach ustawienie w roli (mili)amperomierza wygląda jak na **fotografii 8a**, a przy pomiarach na najwyższym zakresie 10 amperów – jak na **rysunku 8b**. Natomiast we wszystkich lepszych miernikach są dwa oddzielne gniazda do pomiaru prądu – **fotografia 9**.

Uwaga! Uwaga! Włożenie przewodu do gniazda pomiaru prądu i próba pomiaru napięcia, co niestety zdarza się bardzo często, stwarza ryzyko uszkodzenia miernika oraz innych szkód (co najmniej spalania bezpiecznika)! Od początku pamiętaj, by po pomiarach prądu nie zostawiać przewodu w gnieździe „prądowym”.

Dawniej wykorzystywano tak zwane watomierze, które jed-

nocześnie mierząc prąd i napięcie pokazywały pobór mocy. Dziś watomierze praktycznie nie używa się, a znając prąd (I) i napięcie (U) można obliczyć moc ($P = U \cdot I$).

Eksperymenty

Wypożyczeni w taką wiedzę przejdźmy do prostych, ale bardzo interesujących i pouczających eksperymentów. Nie musisz nic lutować. Połączenia końcówek możesz wykonać dowolnie, na przykład skręcając je razem lub owijając je cienkim drutem.

Jestem pewny, że większość niezbędnych elementów znajdziesz w swoim domu. A jeśli nie masz pod ręką, zapewne zdobędziesz bez większego kłopotu.

I tak ze starej lampki ogrodowej (nowe kosztują w hipermarketach od 2,5zł) pozyskasz ogniwo fotowoltaiczne oraz białą diodę LED. Lampka solarna zawiera też mały akumulator oraz układ elektroniczny tak zwanej przetwornicy impulsowej. W dzień akumulator jest ładowany prądem ogniwa słonecznego, a po zapadnięciu zmroku energia akumulatora za pośrednictwem przetwornicy zasila białą diodę LED.

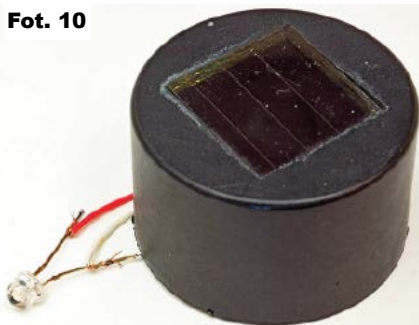
My podłączmy diodę LED wprost do ogniwa słonecznego. Zwróć uwagę, że jeden przewód ogniwa jest czerwony, drugi czarny, co określa tak zwaną **biegunowość**. Biegunowością zajmiemy się w jednym z następnych odcinków. Na razie przyjmij do wiadomości, że dioda będzie świecić gdy będzie włączona we właściwym kierunku. Przy odwrotnym podłączeniu nie zaświeci. Sprawdź to!

W moim zestawie, pokazanym na **fotografii 10** biała dioda LED zaświecała się przy silnym oświetleniu fotoogniwa. Jeśli masz diody świecące o innych kolorach, koniecznie sprawdź, czy zaczynają świecić już przy słabszym oświetleniu.

Ogniwo słoneczne, które jest tzw. fotodiodą oraz dioda świecąca to elementy, pozwalające na przemianę energii elektrycznej i świetlnej w dwóch kierunkach. Podobnie jest z energią mechaniczną.

Zapewne w domu znajdziesz też jakieś małe silniczki. Najprostsze to takie z dwoma wyprowadzeniami, znajdujące zastosowanie w różnych zabawkach – to tak zwane silniki z magnesem trwałym i komutatorem. Przykłady na **fotografii 11**. Taki silnik jest przetwornikiem odwracalnym (dwukierunkowym): zasi-

Fot. 10



Fot. 11





Fot. 13

lany energią elektryczną zamienia ją na mechaniczną i odwrotnie, pobudzony mechanicznie – wytwarza energię elektryczną, staje się prądnicą.

Możesz spróbować dołączyć diodę świecąca wprost do silniczka. A jeśli masz dwie diody LED dowolnego koloru, to podłącz je według rysunku 12. Dwie diody LED łączymy tu równolegle, przeciwnie, ponieważ tu też w grę wchodzi biegunowość: przy obrotach silniczka w jedną stronę powinna świecić jedna dioda, przy obrotach w przeciwną stronę – druga. W praktyce ten eksperyment może się nie udać, ponieważ aby wytworzyć napięcie około 3 woltów, niezbędne do zaświecenia białej czy niebieskiej diody LED, potrzebne są dość wysokie obroty. Aby przekonać się, że silnik istotnie jest prądnicą, możesz dołączyć do niego woltomierz na najniższym zakresie 200mV. Przy pokręcaniu wału silnika, na chwilę powinno pojawić się wskazanie woltomierza różne od zera.

Aby udowodnić, że silnik staje się prądnicą, możesz też podłączyć do silniczka jakikolwiek... głośnik lub słuchaw-

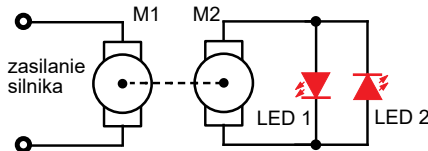
ki (fotografia

13). Obracanie wału silnika będzie powodować wyraźny terkot w głośniku – to niewielki prąd wytwarzany przez silnik-prądnicę płynąc przez uzwojenie cewki głośnika powoduje ruchy membrany.

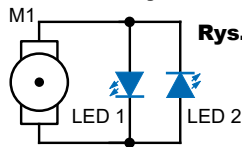
Ja połączyłem mechanicznie dwa jednakowe silniczki i jeden dołączyłem do zasilacza według rysunku 14 oraz fotografii 15. Zależnie od kierunku obrotów, zaświecała albo jedna albo druga dioda LED.

Dużo wyższe napięcie przy małych obrotach wytworzą bez problemu tak zwane silniki krokowe. Są one stosowane na przykład w drukarkach. Mają inną budowę i od czterech do sześciu wyprowadzeń. Mój silnik krokowy z pięcioma wyprowadzeniami pokazany jest na fotografii 16. Jeśli masz podobny silnik krokowy, też możesz do dwóch jego wyprowadzeń dołączyć dwie diody LED (równolegle, przeciwnie). Nawet powolne pokręcanie wirnika spowoduje zaświecenie diod. Gdyby diody nie świeciły, trzeba wykorzystać inne wyprowadzenia silnika.

Zwyczajny głośnik też jest odwracalnym przetwornikiem energii, działającym na podobnej



Rys. 14



Rys. 12

zasadzie co silnik (ruch uzwojenia-cewki w polu magnesu trwałego). Przepływ prądu elektrycznego przez głośnik spowoduje wychylenie

membrany i zamianę energii elektrycznej na energię drgań powietrza. Natomiast mechaniczne pobudzanie membrany (np. przez drgania powietrza – dźwięk) powoduje wytworzenie napięcia w cewce głośnika. To napięcie jest bardzo małe i wytwarzane jest tylko podczas ruchu membrany, więc trudno je zmierzyć zwykłym woltomierzem. Na rysunku 17 pokazany jest przebieg tak wytworzonego napięcia, zaobserwowany za pomocą oscyloskopu – przyrządu pomiarowego jeszcze bardziej uniwersalnego niż multimetr.

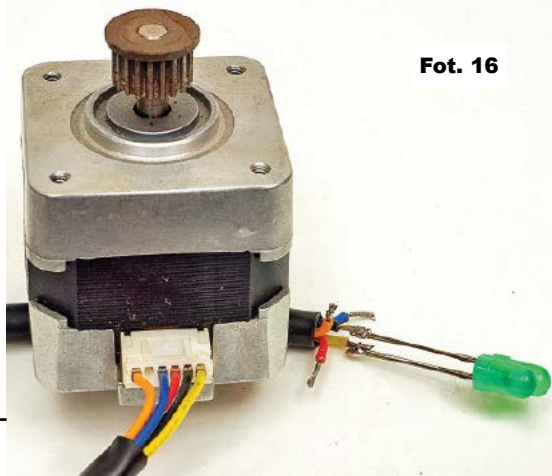
Fotografia 18 pokazuje przebieg takiego pomiaru.

W drugiej części materiału opisane zostaną dalsze, jeszcze bardziej interesujące eksperymenty związane z przekształcaniem rodzajów energii oraz wnioski z nich płynące.

Piotr Górecki



Fot. 15



Fot. 16

Fot. 18

