

Elektronika dla juniora (i seniora), czyli elektroniczne przedszkole

Spotkanie 2: Przemiany energii

W EdW 1/2016, w związku z jubileuszem 20-lecia czasopisma rozpoczęliśmy „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 do najmłodszych, nawet do kilkulatków,

założeniem jest, że młodziutki „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. Cykl przewidziany jest także dla seniorów, dla których realizacja

przedstawionych prostych eksperymentów będzie źródłem ogromnej satysfakcji, a może też spełnieniem dawnych dziecięcych pragnień, przez lata zagłuszanych obowiązkami dnia codziennego. Pierwsze dwa odcinki kursu przedstawiają fundamentalne zagadnienia dotyczące przemian energii.

Elektronika to wspaniała, fantastyczna i fascynująca, ale też bardzo obszerna dziedzina. Żeby nie zgubić się w ogromie informacji, zaczęliśmy od **energii**. W pierwszym odcinku przeprowadziliśmy eksperymenty polegające na przemianach różnych form energii. W odcinku drugim przeprowadzimy dalsze, jeszcze bardziej interesujące próby. Potrzebne będą do tego elementy mniej popularne, ale większość nie jest trudna do zdobycia.

Zanim przejdziemy do praktycznych eksperymentów, przypomnijmy szkolne wiadomości: jeżeli do źródła prądu dołączymy przewodnik, popłynie przez niego prąd. Przewodnik, zależnie od długości (l), przekroju (S) oraz materiału, z jakiego jest zbudowany, bardziej lub mniej chętnie przewodzi prąd. „Niechęć” danego przewodnika do przewodzenia prądu nazywamy **rezystancją** (dawniej także **opornością**). Mówimy, że przewodnik stawia pewien opór – ma określoną rezystancję. Rezystancję oznaczamy literą R .

Jednostką rezystancji jest om, oznaczany dużą grecką literą omega (Ω) lub czasem napisem *ohm*. Przy okazji: nazwy jednostek prądu, napięcia i oporności (rezystancji) pochodzą od nazwisk fizyków: Andre Marie Ampere, Alessandro Volta, Georg Simon Ohm.

1 om (1Ω) to mała rezystancja (oporność). Przewody mają rezystancje znacznie poniżej 1 oma. W elektronice mamy do czynienia z elementami o rezystancji z bardzo szerokiego zakresu. Małe i bardzo małe oporności mierzymy w miliohmach ($m\Omega$), a czasem nawet w mikrohmach ($\mu\Omega$ lub $n\Omega$). W elektronice najczęściej mamy do czynienia z większymi opornościami, wyrażanymi w kiloomach

($1k\Omega = 1000\Omega$) i megaomach ($M\Omega$), a czasem nawet w gigaomach ($G\Omega$), czyli miliardach omów.

Sens rezystancji (oporności) jest oczywisty: czym większa rezystancja (oporność), tym większy opór napotyka płynący prąd, czyli prąd „mniej chętnie” płynie przez taki materiał/element. Początkującym często wydaje się, że oporność (rezystancja), czyli zdolność do przeciwstawiania się przepływowi prądu, to coś

z gruntu złego. Prawda jest dużo bardziej skomplikowana: w niektórych przypadkach rzeczywiście chcielibyśmy, żeby rezystancje były jak najbliższe zeru (np. w przewodach), jednak w układach elektronicznych powszechnie wykorzystujemy duże i bardzo duże rezystancje, by celowo ograniczyć prąd do bardzo małych wartości. Służą do tego najpopularniejsze elementy elektroniczne: **rezystory**. Jednak zbyt dużym uproszczeniem byłoby spotykane czasem stwierdzenie, że rezystory służą do ograniczania prądu. Służą też do wielu innych celów, ale to odrębne, szerokie zagadnienie.

Fotografia 1 przedstawia przykładowe klasyczne rezystory, dziś nazywane THT (do montażu przewlekanego). Obok podane są wartości rezystorów, oznaczonych kodem barwnym. **Fotografia 2** pokazuje miniaturowe rezystory SMD (do montażu powierzchniowego).

Na obudowie rezystora prawie zawsze podana jest jego rezystancja, ale nie wprost, tylko za pomocą kodu. Spotyka się różne sposoby oznaczania, często za pomocą kodu barwnego. Rezystor o dowolnej wartości można wykonać na zamówienie, natomiast standardowo produkowane są rezystory o określonych nominałach, według tak zwanych szeregów E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192. Szczegóły podane są na wkładce na środku czasopisma, na stronie 45.

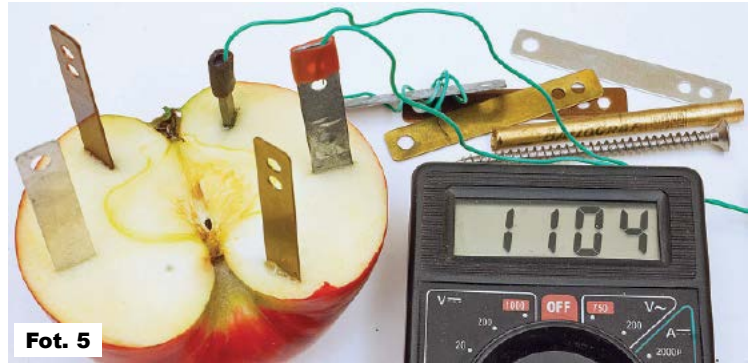
Fot. 1



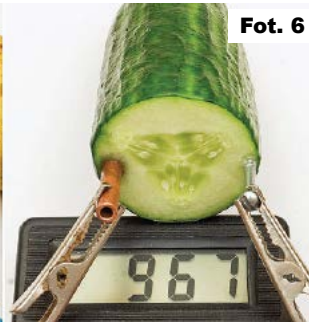
Fot. 2



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6

Zależność prądu i rezystancji w przewodniku nazywany prawem Ohma (czytaj: oma). Georg Simon Ohm to XIX-wieczny uczonek niemiecki, który badał te zagadnienia. Prawo Ohma mówi, że **natężenie prądu elektrycznego płynącego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do wartości napięcia elektrycznego na jego końcach i odwrotnie proporcjonalne do rezystancji przewodnika.**

Nie ucz się tego na pamięć! Sens jest bardzo prosty: czym większe napięcie, tym większy płynie prąd, co zapisujemy wzorem

$$I = U/R$$

I na odwrót: czym większy prąd, tym większe jest napięcie, co zapisujemy:

$$U = I \cdot R$$

I jeszcze jedno: dla danego przewodnika stosunek napięcia i prądu jest stały – i ten stosunek nazywany rezystancją (oporem) tego przewodnika:

$$R = U/I$$

Nie są to trzy oddzielne wzory, tylko trzy postacie tego samego wzoru, związanego z prawem Ohma. Dlatego często rysuje się to w postaci trójkąta – rysunek 3.

O ile prawa Ohma nie należy się uczyć na pamięć, o tyle o każdej porze dnia i nocy elektronik powinien pamiętać wszystkie trzy podane wzory, ponieważ wykorzystuje się je bardzo często. Oto proste przykłady:

- gdy do akumulatora samochodowego o napięciu 12V dołączymy rezystor o rezystancji 100Ω, popłynie prąd 0,12A ($I[A] = U[V] / R[\Omega]$),
- gdy przez rezystor 2,2 oma płynie prąd 0,5A, to na rezystorze wystąpi napięcie 1,1V ($U = I \cdot R$),
- jeżeli przy napięciu 9V przez rezystor popłynie prąd 0,33A, to rezystancja wynosi około 27 omów ($R = U/I$).

Ponieważ często posługujemy się jednostkami (pod)wielokrotnymi (mV, mA, uA, kΩ, MΩ), łatwo o pomyłki. I tak

- gdy do akumulatora samochodowego 12V dołączymy rezystor 10kΩ, prąd (12/10) nie będzie równy 1,2A, tylko 0,0012A=1,2mA, bo 10kΩ to 10000Ω,

- gdy przez rezystor 470Ω płynie prąd 1mA, napięcie nie będzie równe 470V (470*1), tylko 0,47V = 470mV, bo 1mA to 0,001A,

- gdy przy napięciu 100V przez rezystor popłynie 1uA (1 mikroamper), rezystancja nie jest równa 100Ω (100/1), tylko 100000000Ω (100MΩ), bo 1uA = 0,000001A.

Wcześniej dowiedziałeś się, że w obwodach elektrycznych moc to iloczyn napięcia i prądu ($P = U \cdot I$). Teraz możemy wzory wynikające z prawa Ohma: $U = I \cdot R$, $I = U/R$ podstawić do wzoru na moc: $P = U \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R = I^2 R$

$$P = U \cdot I = U \cdot U/R = U^2/R$$

Zależnie od sytuacji, możemy użyć jednej z trzech postaci wzoru na moc:

$$P = U \cdot I = U^2/R = I^2 R$$

A znając moc i rezystancję, możemy obliczyć napięcie i prąd. Na wkładce – niezbędniku w środku tego numeru znajdziesz wszystkie te wzory. A teraz praktyczne eksperymenty.

Eksperymenty

Baterie jednorazowe. Trzeba wiedzieć o sposobach uzyskiwania energii elektrycznej, powszechnie wykorzystywanych w bateriach jednorazowych. Mówiąc najprościej, w takich ogniwach zachodzą przemiany chemiczne: pewne związki chemiczne przekształcają się w inne związki

„o mniejszej energii”. Uwalniane są przy tym nośniki prądu – elektrony, których przepływ (prąd) pozwala spożytkować energię elektryczną uzyskaną z energii chemicznej. Klasycznym szkolnym przykładem jest ogniwo „cytrynowe”. By zbudować baterię, wystarczy wbić w cytrynę dwie elektrody **wykonane z różnych przewodników.** Fotografia 4

pokazuje napięcie z pary elektrod: żelazo (gwóźdź) + miedź w ogniwie „jabłkowym”, wynoszące ponad 1V, wystarczające do zasilania zegarka. Wyższe napięcie uzyskasz z innymi elektrodami.

Wartość uzyskanego napięcia zależy bowiem od materiału obu elektrod oraz od elektrolitu, którym nie musi być roztwór kwasu cytrynowego. Do prostych eksperymentów możesz wykorzystać owoce i warzywa oraz wodne roztwory niektórych związków chemicznych. **Fotografie 5, 6** pokazują inne przykłady chemicznych źródeł energii.

W popularnych jednorazowych bateriach wykorzystuje się reakcję chemiczną między cynkiem (Zn), który jest źródłem elektronów i związkami manganu, a elektrolitem jest roztwór chlorku cynku, chlorku amonu albo wodorotlenku potasu.

Proponuję, żebyś w miarę możliwości przeprowadził eksperymenty z różnymi elektrodami (m.in. miedź, cynk, ołów, srebro, grafit) i różnymi elektrolitami. Ale zachowaj ostrożność i nie używaj żrących czy trujących związków chemicznych. A gdybyś chciał trochę głębiej wniknąć w temat, poszukaj w internecie dodatkowych informacji, w tym na temat szeregu elektrochemicznego (napięciowego) metali.

Akumulatory działają podobnie jak ogniwa jednorazowe, tylko w nich materiały chemiczne są tak dobrane, że mogą tam zachodzić przemiany elektrochemiczne „w obu kierunkach”.



Rys. 3

Podczas ładowania dostarczana jest energia, która zamienia substancje chemiczne w ich odmiany „o większej energii chemicznej”. Potem tę energię można odzyskać. W popularnych akumulatorach samochodowych materiałami czynnymi jest ołów (Pb) i kwas siarkowy (H_2SO_4), w tak zwanych akumulatorach wodorkowych NiMH – związki niklu (Ni), a w coraz popularniejszych akumulatorach litowych – oczywiście związki litu (Li).

Przetworniki piezoelektryczne. Wcześniej wykorzystywaliśmy takie odwracalne, czyli dwukierunkowe przetworniki energii jak *silnik – prądnicą* oraz *głośnik – mikrofon*. Następuje w nich dwukierunkowa zamiana energii mechanicznej i elektrycznej, a wszystko to na zasadzie ruchu przewodu w polu magnetycznym. Podobnie odwracalne

(dwukierunkowe) są też **przetworniki piezoelektryczne**. Najpopularniejszy przetwornik piezo to metalowa blaszka – membrana z naniesionym ceramicznym materiałem piezoelektrycznym – **fotografia 7**. Przy odkształceniu piezoelektryk wytwarza duże napięcie. Na **fotografii 8** pokazane są takie przetworniki z dołączonymi diodami LED (najlepiej niebieskie lub białe). Do jednej blaszki dolutowane są dwa druty. Lekkie wygi-

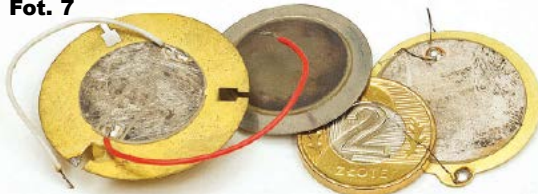
nianie przetwornika (uwaga na ryzyko pęknięcia piezoelektryka) powoduje chwilowe migotanie diod LED. Przetworniki piezoelektryczne mają też inne formy (kształty). Na przykład w piezoelektrycznych zapalniczkach odkształcenie kostki piezo powoduje wytworzenie wysokiego napięcia rzędu tysięcy (!) woltów, co powoduje przeskok iskry i zapalenie gazu. Nie jest to jednak groźne, bo prąd jest mały, pojawia się tylko przez chwilę, więc całkowita energia jest niewielka. Na **fotografii 9** widzisz piezoelektryczną zapalniczkę do gazu.

Zapamiętaj, że jeśli wykorzystujemy elementy piezoelektryczne, to mamy do czynienia z wysokimi napięciami, od kilkunastu woltów do tysięcy woltów, ale z bardzo małymi, często znikomo małymi prądami. Odwrotnie jest w przypadku termopar.

Zajmiemy się nimi w następnej części.

Piotr Górecki

Fot. 7



Fot. 9



Fot. 8

