



*Najpiękniejszą rzeczą, jakiej możemy doświadczyć, jest oczarowanie tajemnicą.*

**Albert Einstein**

# Silnik jedno-biegunowy

<http://goo.gl/PM6iIR>



Czym jest silnik? Mówiąc najogólniej, silnik to maszyna przekształcająca jakiś typ energii w energię mechaniczną. Energia wykorzystywana przez silniki może mieć różną formę – silniki spalinowe wykorzystują energię cieplną powstałą w wyniku spalania różnego rodzaju paliw. Innym rodzajem tych urządzeń są silniki elektryczne, w których energia mechaniczna powstaje kosztem energii elektrycznej.

Silniki elektryczne, ze względu na ich budowę i zasadę działania, można klasyfikować na wiele sposobów. Z racji rodzaju prądu elektrycznego stosowanego do ich zasilania, silniki można podzielić na te, które korzystają z prądu stałego i te, w których stosowany jest prąd zmienny.

Pierwszy działający silnik elektryczny prądu stałego został zbudowany przez Michaela Faradaya i zaprezentowany w 1821 roku, w Londynie. Był to tak zwany silnik jednobiegunowy lub inaczej homopolarny.

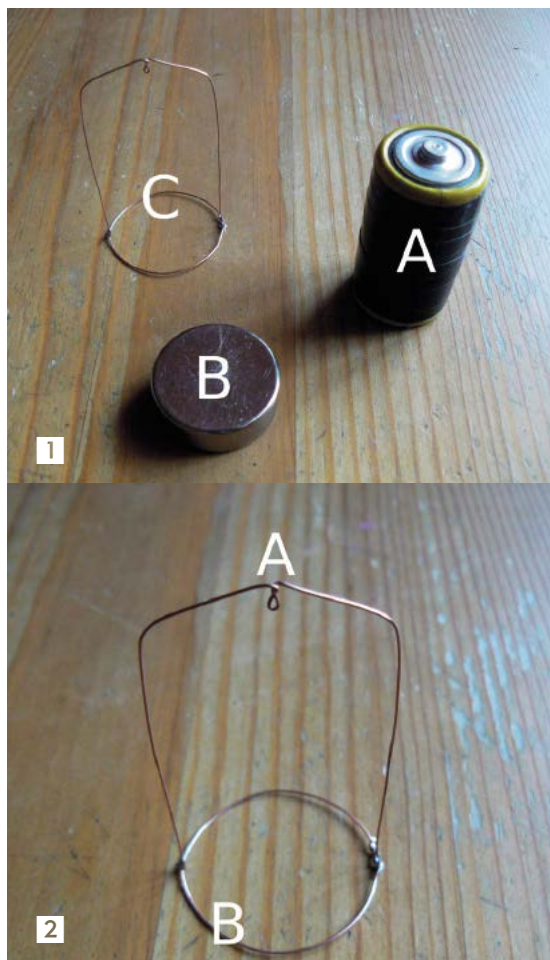
Silniki jednobiegunowe mają dziś znaczenie głównie historyczne – wyparły je później inne konstrukcje, na przykład silniki komutatorowe prądu stałego. Konstrukcja tych pierwszych jest jednak na tyle prosta, że o wykonanie takiego urządzenia można się z łatwością pokusić w warunkach domowych czy szkolnych. Własnoręczne zbudowanie prostego silniczka, nawet rozwijającego znikomą moc, z pewnością dostarczy wiele satysfakcji, a jednocześnie pozwoli sprawdzić w praktyce wiedzę wyniesioną ze szkolnych lekcji fizyki.

Do budowy działającego modelu silnika, jako źródło napięcia jest potrzebne typowe ogniwo Leclanchégo (tak zwany paluszek) o napięciu 1,5 V. Proponuję użycie ogniwa w wersji R14 (1A), ze względu na większą pojemność elektryczną. Potrzebny jest także magnes, najlepiej neodymowy, tutaj o średnicy 29 mm (1B).

**I tu ostrzeżenie: tak duże magnesy neodymowe potrafią być naprawdę niebezpieczne.**

Należy obchodzić się z nimi bardzo ostrożnie, ponieważ uwolnienie, przykładowo, palca przytrzaśniętego między tymi magnesami może być naprawdę trudne. Dla powodzenia eksperymentu ważne jest także, by powierzchnia magnesu przewodziła prąd elektryczny.

Ostatnim i najważniejszym elementem silnika jest część ruchoma, czyli rotor (1C) wygięty i zlutowany z odcinka niezolowanego drutu miedzianego grubości 0,5 mm. Jego budowę





**Michael Faraday** żył w latach 1791-1867. Był samoukiem, a jednocześnie jednym z największych fizyków i chemików w historii nauki angielskiej. Szczególnie cenił wagę eksperymentu jako metody dochodzenia do prawdy, oczywiście nie zaniedbując jednocześnie strony teoretycznej. W szczególności interesował się skutkami przepływu

prądu elektrycznego przez przewodniki metaliczne i elektrolity (sformułował prawa elektrolizy, nazwane jego nazwiskiem). Odkrył i opisał między innymi zjawisko indukcji elektromagnetycznej i samoindukcji, co legło u podstaw powstania elektrodynamiki. Uczony zbudował także pierwszą prądnicę, oraz silnik elektryczny prądu stałego, którego uproszczoną wersję prezentuje niniejszy artykuł.

dokładniej ilustruje rysunek (2). W górnej części drut należy wygiąć w kształt niewielkiej pętli A, pełniącą rolę osi obrotu. Dolną część rotora stanowi pierścień B o średnicy o kilka milimetrów większej od średnicy magnesu. Taka konstrukcja zapewnia zadowalającą stabilność. Całość musi być jak najlepiej wyważona.

Oś rotora w czasie pracy silnika będzie się opierać na dodatnim styku ogniwa galwanicznego (3), co zapewni swobodę obrotu, a jednocześnie zredukuje opory ruchu.

Ogniwo należy ustawić na powierzchni magnesu – trzeba się upewnić, że między ujemnym biegunem źródła napięcia, a powierzchnią magnesu istnieje dobry styk elektryczny. Następnie należy złożyć rotor o tak dobranej długości, by pierścień delikatnie dotykał bocznej powierzchni magnesu (4), zamykając obwód elektryczny.

Jeśli silnik nie rusza natychmiast po założeniu elementu ruchomego, to należy delikatnie go rozkręcić palcami. Dobrze wykonany silnik jednobiegunowy może się obracać ze stosunkowo dużą prędkością, aż do wyczerpania baterii. Zabawkę można oczywiście „wylączyć”, przez zdjęcie rotora.

Jak działa opisany model silnika? By to zrozumieć najlepiej spojrzeć na schemat (5), gdzie zaznaczono jego główne elementy oraz istotne tutaj oddziaływania.

Prąd elektryczny  $I$  płynie obwodem zamkniętym przez wykonany z przewodnika rotor i magnes, w kierunku od bieguna dodatniego do ujemnego. Magnes trwały wytwarza jednocześnie pole magnetyczne o indukcji  $B$ . Linie sił tego pola przebiegają, jak się przyjmuje, od bieguna północnego N, do bieguna południowego S. Wiadomym jest, że na przewodnik o długości  $l$ , przez który płynie prąd o natężeniu  $I$  umieszczony w polu magnetycznym o indukcji  $B$ , działa tak zwana siła elektrodynamiczna  $F$ , o wartości danej wzorem (kąt  $\alpha$  jest kątem między kierunkiem przepływu prądu, a kierunkiem linii pola):

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

Kierunek tej siły jest prostopadły do kierunku przepływu prądu elektrycznego i linii sił pola magnetycznego. Jej zwrot określa reguła lewej dłoni, co zaznaczono także na rysunku. Siła ta powoduje obrót rotora w odpowiednim kierunku. Zmieniając biegunowość pola magnetycznego, lub źródła napięcia można uzyskać obrót w przeciwnym kierunku.

Należy jednak pamiętać, że podobnie jak wiele innych maszyn elektrycznych, taki silnik jest odwracalny – może też pracować jako dysk Faradaya, będący w istocie prądnicą. Generatory elektrycznej tego typu bywają ciągle wykorzystywane w zastosowaniach laboratoryjnych, do uzyskiwania bardzo dużych natężeń prądu elektrycznego. ■

**Marek Ples**

**Bibliografia:**

- Grotowski Marian, *Michał Faraday: jego życie i dzieło 1791-1867*, Księgarnia Św. Wojciecha 1928.
- Lancaster Don, *Understanding Faraday's Disk*, Tech Musings 1997.

