

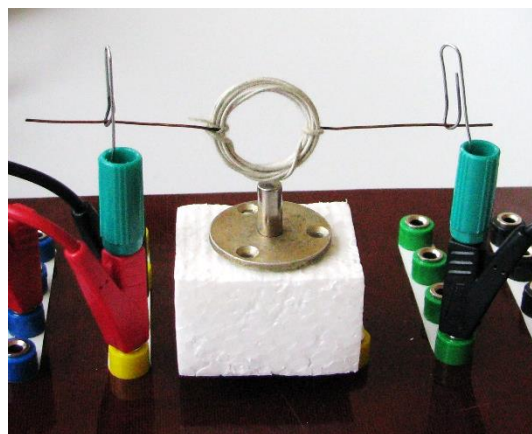
## Prosty model silnika elektrycznego

Program: Coach 7

Projekt: [\PTSNDysk](#) \Coach7\27 Model  
silnika elektrycznego

Ćwiczenie: *Silnik.cma7*

Przykład wyników: *Silnik.cmr7*.

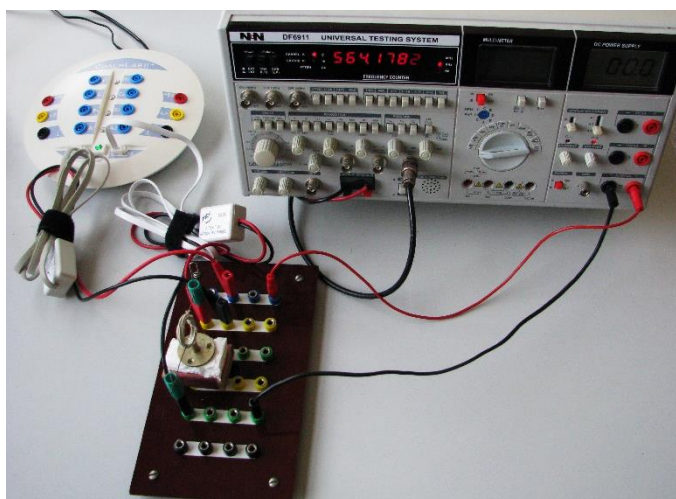


### Cel ćwiczenia

Pokazanie zasady działania silnika elektrycznego za pomocą prostego modelu możliwego do samodzielnego wykonania.

### Układ pomiarowy

Zbudowano układ, w którym zastosowano standardowy woltomierz (*CMA 0210i*) i amperomierz (*0221i*) sytemu *Coach*.

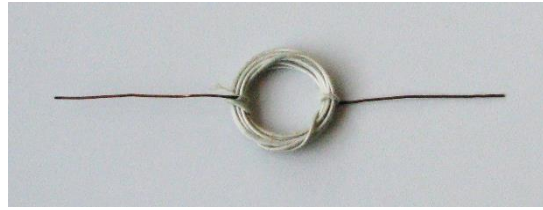


Rysunek 1. Układ z zastosowaniem mierników *Coach*.

Główną częścią silniczka jest zwinięta z drutu cewka umieszczona w polu magnetycznym wytworzonym przez silny magnes neodymowy.

W celu wykonania takiej cewki należy drut miedziany zwinąć np. na rurce, tak aby uzwojenie składało się z około 10-15 okrągłych zwojów. Końcówki drutów cewki powinny

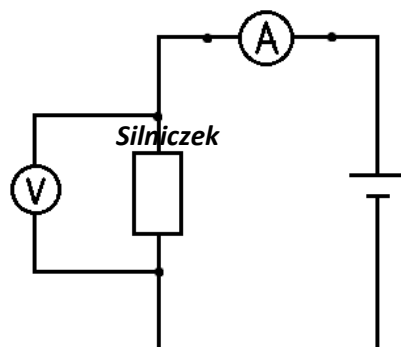
być częściowo pozbawione izolacji (z tej samej strony), tak aby przewodziły prąd w momencie rozpędzania cewki, a nie przewodziły, kiedy byłaby ona hamowana. Rozwiązanie to zastępuje w prowizoryczny sposób komutator. (Można również jako ciekawostkę przygotować dodatkowe cewki, w których izolacja usunięta została całkowicie, wcałe lub po przeciwnych stronach każdego z końca, aby zaobserwować jak wtedy zachowywałby się silnik).



Rysunek 2. Cewka wykonana z drutu.

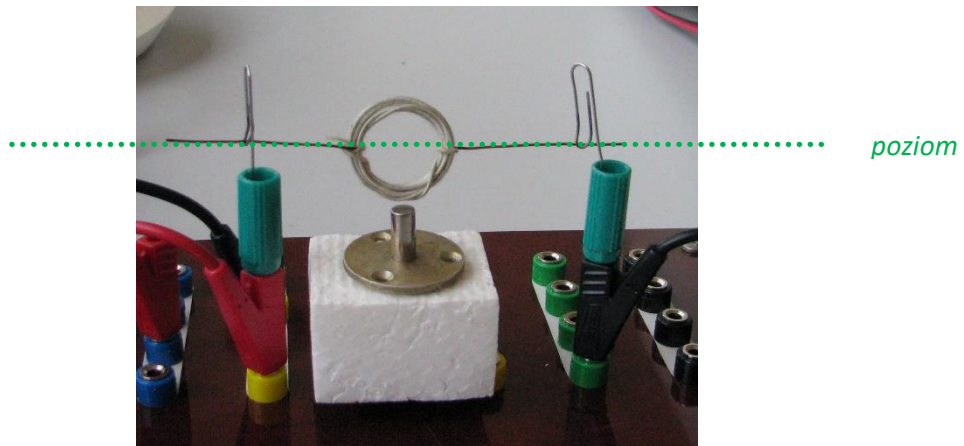
Układ zasilany jest za pomocą pracownianego zasilacza *DF6911* umożliwiającego regulację podawanego napięcia, ale silniczek uruchomić można również za pomocą baterii *R20 (1,5 V)*.

### Przygotowanie układu



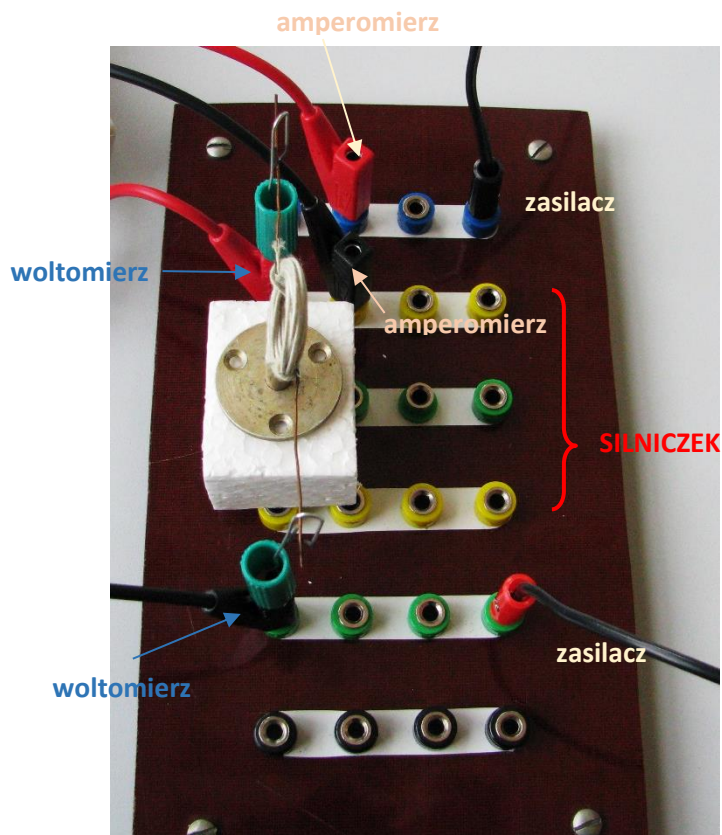
Rysunek 3. Schemat układu pomiarowego.

Korzystając ze schematu połączono układ pomiarowy składający się z amperomierza, woltomierza, źródła napięcia i silniczka. Elementy połączono za pomocą przewodów i płytki stykowej.



Rysunek 4. Prawidłowo skonstruowany silniczek.

Budując silniczek należy zwrócić uwagę, aby ramiona cewki układały się w kierunku zbliżonym do poziomym, a sama cewka znajdowała się bezpośrednio nad magnesem i nic nie utrudniało jej obrotu. Do podtrzymywania cewki wykorzystano dwa spinacze. W prawidłowym ustawieniu magnesu pomogła podstawa ze styropianu dwa pudełka zapalek i metalowy obciążnik, do którego przymocowano magnes stabilizując go.



Rysunek 5. Przykładowe połączenie układu.




## Ustawienia parametrów pomiaru:

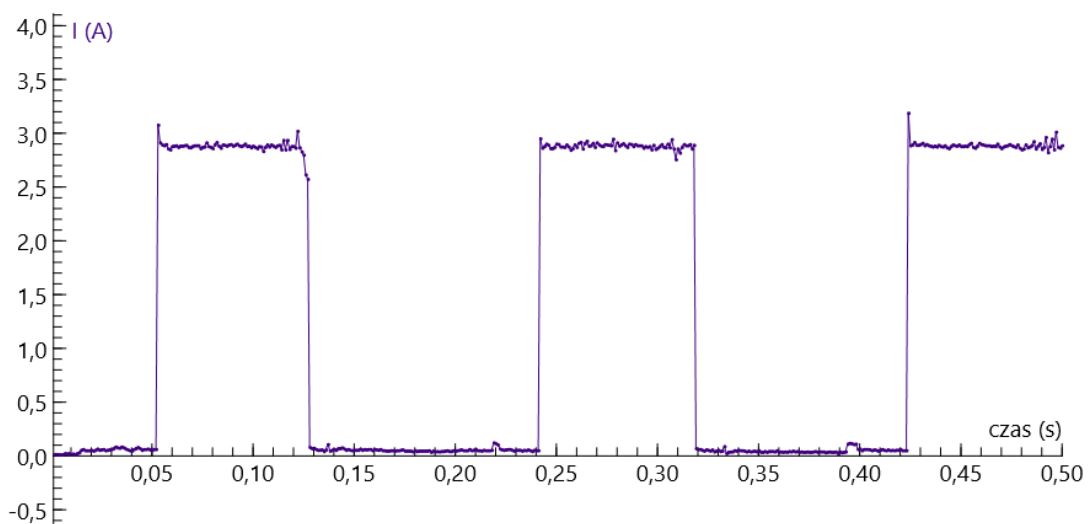
Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru: *0,5 s*

Częstotliwość: *1000 na s*

1. Uruchomić silniczek
  - Włączyć napięcie
  - Trącić delikatnie cewkę jeśli to konieczne
2. Nacisnąć zielony przycisk „Start” 

## Przykładowe wyniki



Rysunek 6. Zależność prądu płynącego przez ramkę od czasu.

## Wnioski

Prąd przepływa przez układ tylko w pewnych ustawieniach cewki. Takie było nasze zamierzenie podczas usuwania izolacji z końców przewodnika. Prąd płynie przez cewkę tylko w momencie, gdy powoduje to jej rozpędzenie.

## DODATEK A

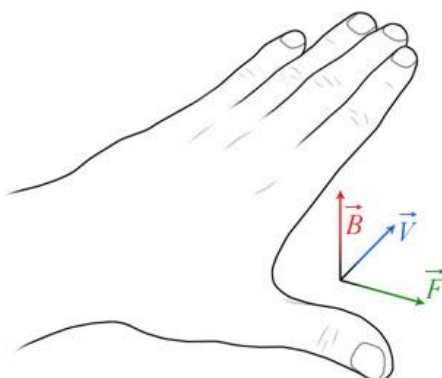
Przedstawiony wyżej prosty model silnika, można rozpatrywać jako przykład ramki w polu magnetycznym.

Na przewodnik będący w polu magnetycznym przez który płynie prąd, działa siła Lorentza. Jej zwrot i kierunek zależy od wektora indukcji magnetycznej  $\vec{B}$  i kierunku przepływu prądu o natężeniu  $\vec{I}$ .

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

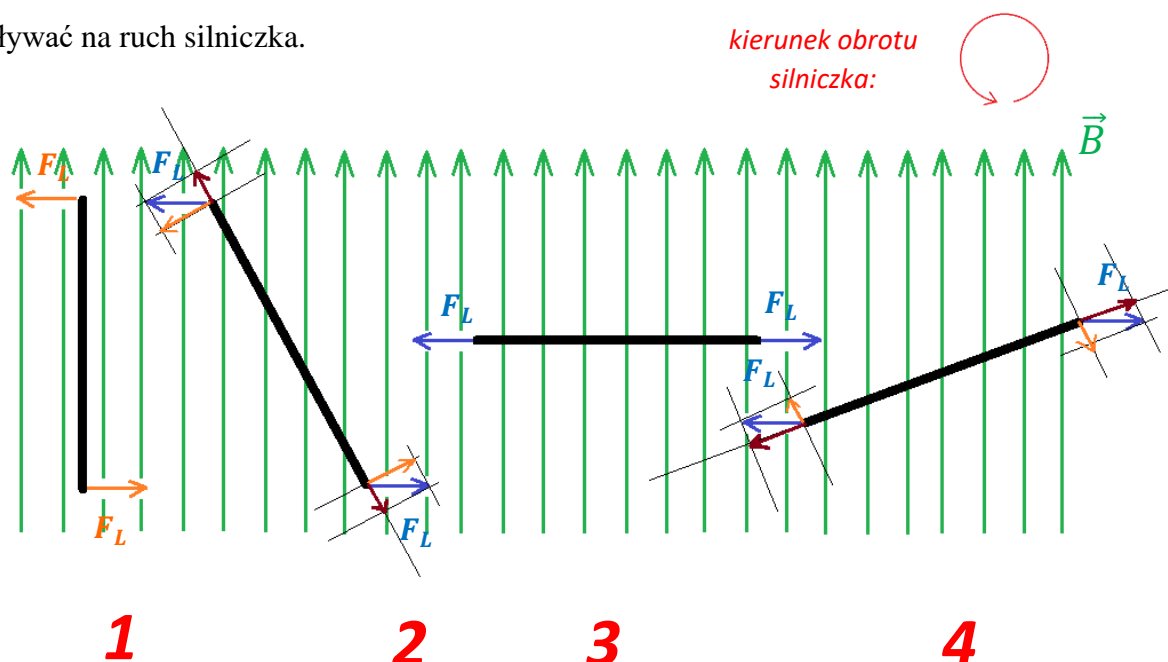
Siła wypadkowa działająca na obwód (ramkę) jest sumą sił działających w każdym jej punkcie. W celu wyznaczenia kierunku i zwrotu poszczególnych sił można zastosować regułę lewej dłoni:

Dłoń ustawiamy tak by linie pola padały na jej wewnętrzną stronę, a cztery palce wskazywały kierunek przepływu prądu. Kciuk wskaże kierunek i zwrot siły Lorentza. (rys. poniżej)



Rysunek 7. Ilustracja zastosowania reguły lewej dłoni.

W poszczególnych etapach działająca siła magnetyczna ( $F_L$ ) będzie różnie wpływać na ruch silniczka.



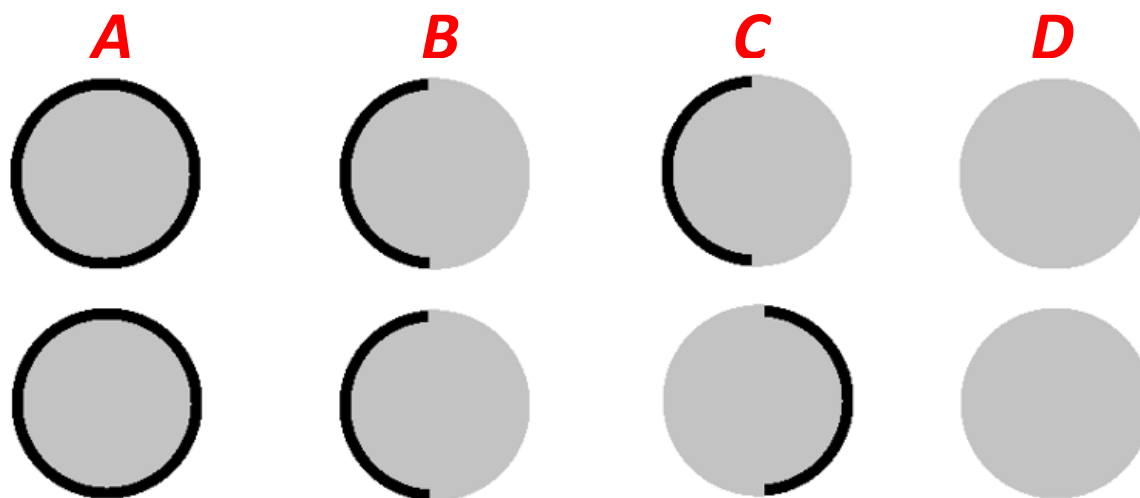
Rysunek 8. /widok z boku ramki/ Siły działające na ramkę z prądem w kolejnych momentach ruchu. Siłę Lorentza rozłożono na składowe, na pomarańczowo zaznaczając te wpływające na wychylenie ramki.

- 1 – Ramka ułożona pionowo. Działające siły powodują rozpędzenie silniczka.
- 2 – Ramka zaczyna się wychylać, silnik w dalszym ciągu jest rozpędzany przez siłę Lorentza.
- 3 – Ramka ułożona poziomo, działające siły nie powodują wychylenia w żadnym kierunku, silniczki porusza się dzięki nadanej mu wcześniej prędkości.
- 4 – Dzięki prędkości nadanej w początkowych etapach, ramka zmierza do ułożenia pionowego. Działające siły powodują jednak hamowanie silniczka.

Gdyby prąd płynął przez cewkę nieprzerwanie, silnik nie działałby poprawnie, właśnie ze względu na jego hamowanie w 4 fazie. Należy zatem zdjąć izolację tylko z połowy drutu, tak by prąd płynął przez cewkę tylko w czasie odpowiadającym połowie obrotu.

Dzięki takiemu rozwiązaniu, gdy płynie prąd cewka jest wychylana od pionu (faza 1-2), dochodzi do położenia poziomego (faza 3), a gdy prąd nie płynie (nie jest hamowana) dzięki nadanej jej już prędkości wraca do położenia pionowego (faza 4).

Izolację należy zdjąć z połowy średnicy drutu na obu końcach. Na podstawie przygotowanego ćwiczenia można również wykazać, że gdyby izolacje usunięto w przeciwnych kierunkach wtedy przez cewkę prąd nie płynąłby wcale (patrz Rys. 9).



Rysunek 9. Schemat zdejmowania izolacji (zaznaczona na czarno) z dwóch końców przewodów /przekrój poprzeczny przez przewód w momencie gdy ramka w pozycji poziomej. **A-silniczek nie działa** (prąd nie płynie wcale), **B- silniczek działa poprawnie** (prąd płynie tylko w czasie połowy obrotu, **C-silniczek nie działa** (prąd nie płynie wcale), **D-silniczek nie działa poprawnie „buja się”** (prąd płynie cały czas).