

# XLV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

## Zadanie doświadczalne

### ZADANIE D1

Nazwa zadania: „Śmigiełko – wyznaczenie zależności siły elektromotorycznej  $\varepsilon$  indukowanej w uzwojeniach silnika o częstotliwości  $f$  obrotów jego osi.”

Masz do dyspozycji:

- silniczek modelarski na prąd stały,
- statyw z uchwytem do zamocowania silniczka,
- śmigiełko lub tarczę dającą się zamocować na osi silniczka,
- telewizor (nie cyfrowy) jako źródło światła,
- źródło napięcia 9-12 V,
- kilka potencjometrów o oporach maksymalnych 10-500  $\Omega$ ,
- przewody elektryczne,
- woltomierz,
- amperomierz,

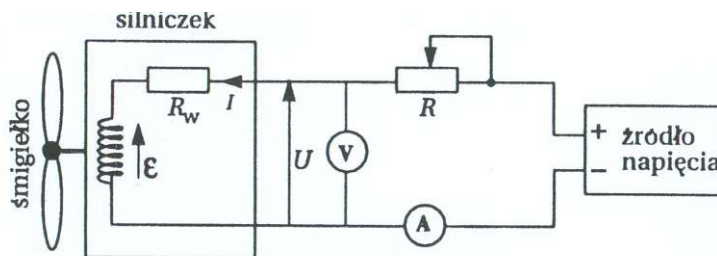
Traktując wirnik silnika prądu stałego jako ramkę obracającą się w polu magnesu stałego wyznacz zależność siły elektromotorycznej  $\varepsilon$  indukowanej w uzwojeniach silnika o częstotliwości  $f$  obrotów jego osi.

UWAGI:

1. Ekran telewizora „błyska” 50 razy na sekundę.
2. Do doświadczenia wybierz silniczek bez wbudowanego elektronicznego układu stabilizacji prędkości obrotowej lub innych układów elektronicznych.

### ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

W celu rozwiązania zadania zestawiono układ, którego schemat przedstawiono na rys. 1



Silniczek ustawiono przed ekranem włączonego telewizora i regulując prędkość obrotową za pomocą potencjometru  $R$  obserwowano śmigiełko. Dla pewnych prędkości obrotowych widoczne były „nieruchome” łopatki śmigiełka. W tabeli podano liczby widocznych łopatek, wartości napięcia i natężenia prądu płynącego przez silniczek.

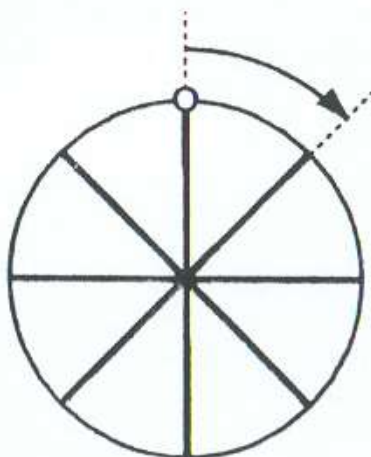
Wiedząc, że ekran telewizora „błyska” 50 razy na sekundę, można na podstawie liczby widocznych łopatek określić jaką część obrotu wykonuje śmigiełko w ciągu

20 ms ( $\frac{1}{50}$  sekundy). Dla danych z tabeli będą to odpowiednio:  $\frac{6}{10}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{8}$  i  $\frac{1}{10}$ . Istotne jest, żeby zauważyć, że te same liczby łopatek mogą być widoczne przy

różnych prędkościach obrotowych osi silnika.

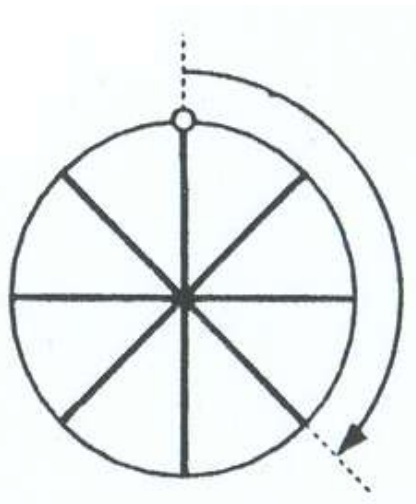
Na rys. 2 przedstawiono dwie możliwości uzyskania obrazu składającego się z ośmiu łopatek.

a)  $n=8$  łopatek dla  $f=18,75$  Hz



w ciągu 20 ms śmigiełko wykonuje  $\frac{1}{8}$  obrotu, stąd  $f=18,75$  Hz

b)  $n=8$  łopatek dla  $f=18,75$  Hz



w ciągu 20 ms śmigiełko wykonuje  $\frac{3}{8}$  obrotu, stąd  $f=18,75$  Hz

Z równania opisującego przepływ prądu w obwodzie przedstawionym na rys. 2 otrzymano wyrażenie na siłę elektromotoryczną:

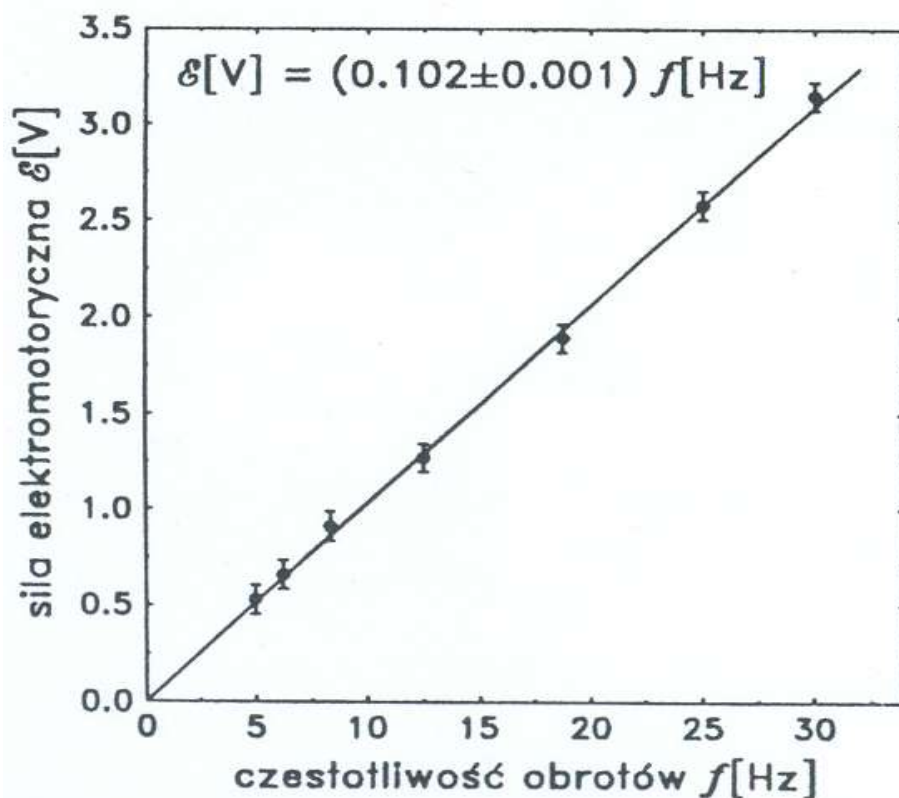
$$\varepsilon = U - R_w \cdot I . \quad (1)$$

Opór wewnętrzny silnika (opór uzwojenia, opory styków komutatora, itp.) wyznaczono mierząc prąd i napięcie przy zatrzymanym silniku. Dla badanego silnika uzyskano wartość  $R_w = 8,0 \pm 0,2 \Omega$ . Ze związku (1) wyznaczono wartości siły elektromotorycznej  $\varepsilon$  (patrz tabela).

**Tabela**

| I (mA) | U (V) | Liczba łopatek | f (Hz) | E (V) |
|--------|-------|----------------|--------|-------|
| 206    | 4,8   | 10             | 30     | 3,15  |
| 140    | 3,7   | 2              | 25     | 2,58  |
| 89     | 2,6   | 8              | 18,75  | 1,89  |
| 53     | 1,7   | 4              | 12,5   | 1,27  |
| 36     | 1,2   | 6              | 8,33   | 0,91  |
| 30     | 0,9   | 8              | 6,25   | 0,66  |
| 27,5   | 0,75  | 10             | 5      | 0,53  |

Na podstawie danych z tabeli wykonano wykres zależności siły elektromotorycznej  $\varepsilon$  od częstotliwości obrotów osi silnika  $f$  (rys. 3).



Widać, że otrzymana zależność jest liniowa. Dopasowanie prostej pozwala na wyznaczenie stałej

proporcjonalności  $A = (0,102 \pm 0,001) \frac{V}{Hz}$

Między siłą elektromotoryczną  $\varepsilon$  a częstotliwością obrotów wirnika  $f$ .

Zadanie pochodzi z „Druk OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szcz.pl](http://www.of.szcz.pl)