

XLV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadanie doświadczalne

ZADANIE D1

Nazwa zadania: „śmigielko”

Masz do dyspozycji:

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

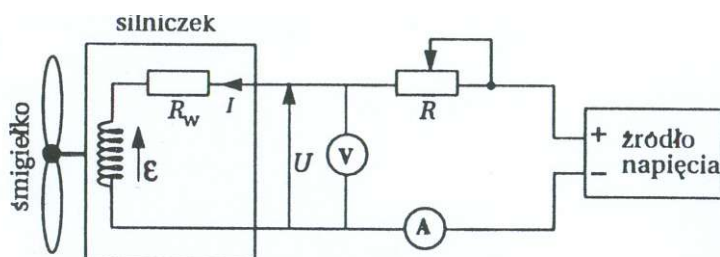
Traktując wirnik silnika prądu stałego jako ramkę obracającą się w polu magnesu stałego wyznacz zależność siły elektromotorycznej ϵ indukowanej w uzwojeniach silnika o częstotliwości f obrotów jego osi.

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



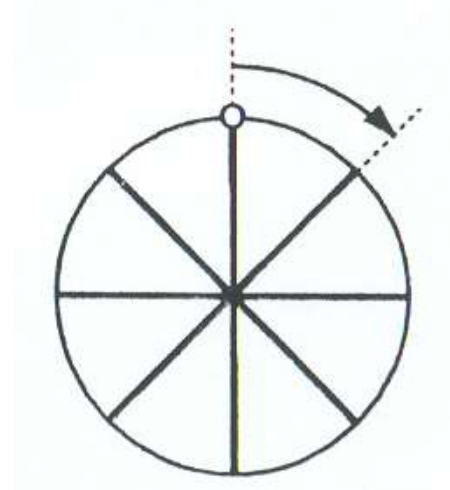
Silniczek ustawiono przed ekranem włączonego telewizora i regulując prędkość obrotową za pomocą potencjometru R obserwowano śmigielko. Dla pewnych prędkości obrotowych widoczne były „nieruchome” łopatki śmigielka. W tabeli podano liczby widocznych łopatek, wartości napięcia i natężenia prądu płynącego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

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

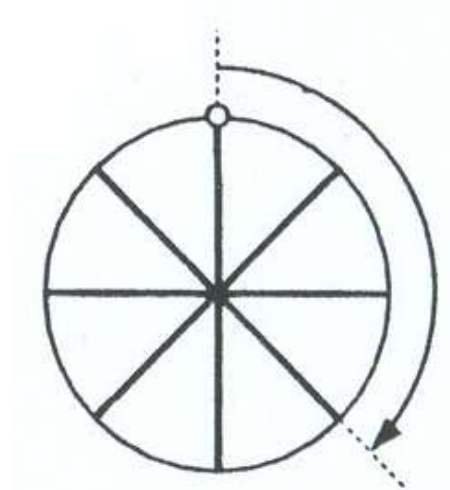
Na rys. 2 przedstawiono dwie możliwości uzyskania obrazu składającego się z ośmiu łopatek.

a) $n=8$ łopatek dla $f=18,75$ Hz



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

b) $n=8$ łopatek dla $f=18,75$ Hz



w ciągu 20 ms śmigło 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:

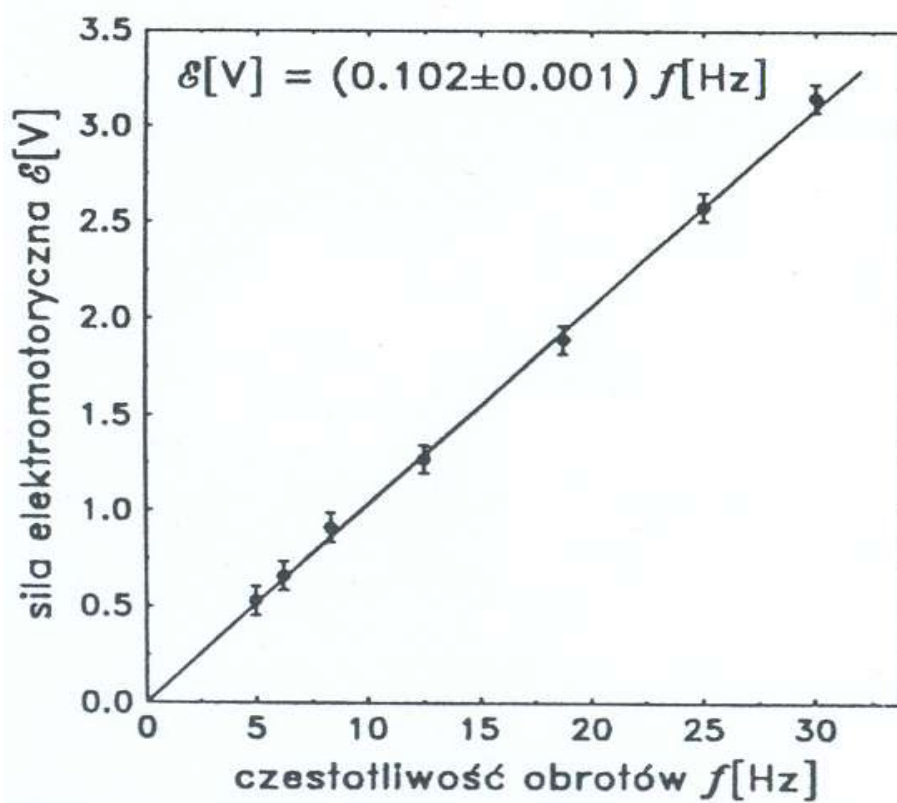
$$\varepsilon = U - R_w \cdot I . \quad (1)$$

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 \mathcal{E} (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 \mathcal{E} 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 \mathcal{E} a częstotliwością obrotów wirnika f.

Komitet Okregowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl