

ĆWICZENIE 5

Pomiary prędkości

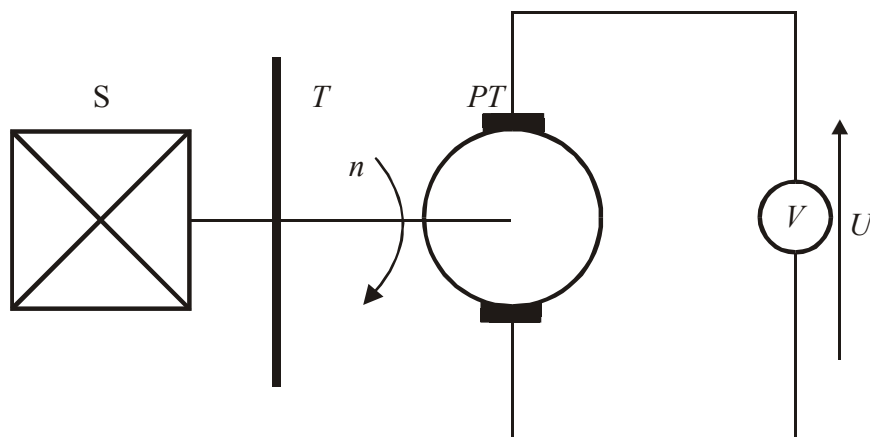
CEL ĆWICZENIA.

Celem ćwiczenia jest poznanie możliwości pomiaru prędkości obrotowej. Ćwiczenie obejmuje: wyznaczenie własności statycznych prądnic tachometrycznych i ocenę możliwości ich wykorzystania w układach pomiarowych jako analogowych przetworników prędkości obrotowej, a także realizację pomiarów prędkości obrotowej metodami cyfrową i stroboskopową.

OPIS ĆWICZENIA.

1. Wyznaczanie charakterystyk statycznych prądnicy tachometrycznej prądu stałego.

Należy połączyć elektrycznie układ zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku.



S – silnik, T – tarcza do stroboskopowego pomiaru prędkości, PT – badana prądnica, V – woltomierz napięcia stałego, n – obroty wirnika, U – napięcie wyjściowe prądnicy

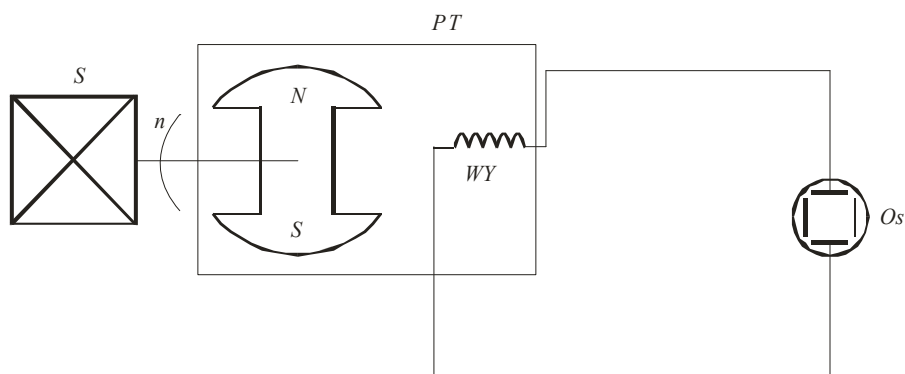
Metodyka pomiarów polega na wyznaczaniu wartości stałego napięcia U na wyjściu prądnicy odpowiadających różnym wartościom prędkości obrotowej n jej wału uzyskanym poprzez regulację napięcia silnika napędzającego wirnik prądnicy. Prędkość obrotową n wału prądnicy należy mierzyć stroboskopem, zaś napięcie wyjściowe prądnicy U woltomierzem cyfrowym.

Wyniki pomiarów ująć w tabeli 1 i na ich podstawie sporządzić charakterystykę statyczną $U(n)$.

Tabela 1	
n [rad/s]	U [V]

2. Wyznaczanie charakterystyk statycznych prądnicy synchronicznej.

Połączyć elektrycznie układ zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku. Pomiary będą polegały na wyznaczaniu wartości skutecznych zmiennego napięcia U na zaciskach wyjściowych prądnicy oraz częstotliwości f zmian tego napięcia odpowiadających różnym wartościom prędkości obrotowej n jej wirnika. Prądnica sprzęgnięta jest mechanicznie z wałem silnika repulsyjnego S , którego prędkość może być zmieniana przez mechaniczne przesuwanie szczotek na jego komutatorze.



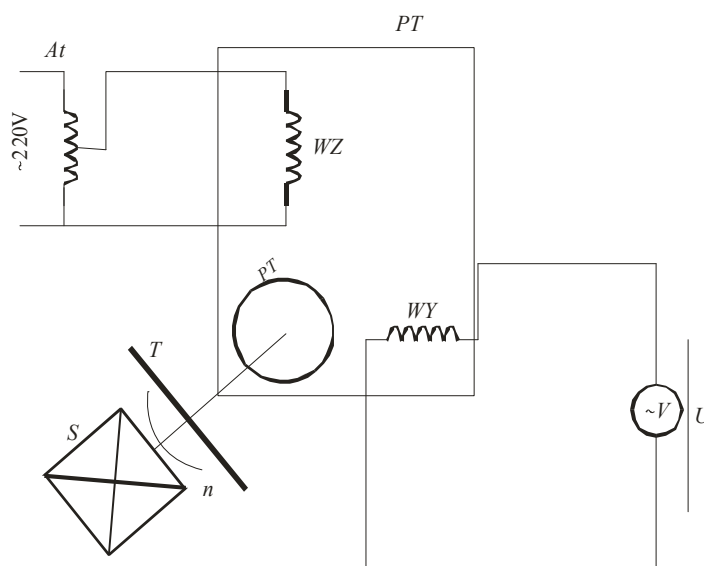
S – silnik, PT – prądnica, WY – uzwojenie wyjściowe prądnicy; Os – oscyloskop, U – napięcie wyjściowe prądnicy, n – prędkość obrotowa wirnika prądnicy.

Pomiary napięć należy wykonywać woltomierzem cyfrowym V . Wartości prędkości obrotowej odczytywać ze wskaźnika cyfrowego zabudowanego na stanowisku pomiarowym. Pomiary częstotliwości wykonywać, obserwując przebieg napięcia na ekranie oscyloskopu Os . Wyniki pomiarów należy ująć w tabeli 2 i na ich podstawie sporządzić wykresy: charakterystykę statyczną - $U(n)$ oraz $f(n)$.

Tabela 2		
n [rad/s]	U [V]	f [Hz]

3. Wyznaczanie charakterystyk statycznych dwufazowej prądnicy prądu zmiennego.

Należy połączyć elektrycznie układ zgodnie ze schematem podanym na rysunku.



At – autotransformator; V – woltomierz napięcia zmiennego; WZ , WY – uzwojenia prądnicy odpowiednio wzbudzenia i wyjściowe; PT – prądnica; S – silnik; T – tarcza do stroboskopowego pomiaru prędkości obrotowej; U – napięcie wyjściowe; n – prędkość wirnika prądnicy.

Pomiary będą polegały na wyznaczaniu wartości skutecznego napięcia U na zaciskach wyjściowego uzwojenia WY prądnicy odpowiadających różnym wartościom prędkości n wału prądnicy napędzanej silnikiem prądu stałego. Prędkość silnika reguluje się, zmieniając napięcie zasilające jego twornik.

Wyniki pomiarów przedstawić w tabeli 3. Korzystając z nich, sporządzić wykres charakterystyki statycznej $U(n)$.

Tabela 3	
n [rad/s]	U_{sk} [V]

4. Zastosowanie czujników impulsowych do pomiarów prędkości obrotowej.

Wyznaczanie prędkości silnika prądu stałego na podstawie pomiaru okresu sygnału wyjściowego fotoelektrycznego czujnika impulsowego

W ćwiczeniu będą wykorzystywane następujące elementy i aparatura pomiarowa: badany silnik prądu stałego; stałoprądowy, kilkuwyjściowy zasilacz o regulowanej wartości napięcia niezależnie na każdym z wyjść; impulsowy przetwornik fotoelektryczny; częstotściomierz-czasomierz cyfrowy; oscyloskop elektronowy. W dalszym ciągu podano kolejność czynności przygotowawczych, które należy wykonać na stanowisku laboratoryjnym przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia:

- mechaniczne połączenie gumowym paskiem wirnika silnika z osią przetwornika,

- doprowadzenie do przetwornika dwóch napięć (z różnych wyjść zasilacza) o odpowiednich wartościach, jedno należy dołączyć do żarówki oświetlacza, zaś drugie będzie zasilaniem dla elektronicznego układu formującego, który przekształca impulsy uzyskane z fotoelementu w impulsy o kształcie prostokątnym,
- połączenie wyjścia przetwornika równolegle z wejściami: oscyloskopu i częstotliwościomierza,
- dołączenie zacisków silnika do wyjścia zasilacza napięcia stałego o regulowanej wartości.

Ćwiczenie polega na pośrednim wyznaczaniu ze wzoru $n = \frac{60}{K \cdot p \cdot \tau_w} [\text{obr/min}]$ prędkości obrotowej wirnika silnika prądu stałego na podstawie bezpośredniego pomiaru okresu przebiegów uzyskanych z impulsowego przetwornika fotoelektrycznego. Pomiary okresu będą wykonywane analogowo, oscyloskopem i cyfrowo, częstotliwościomierzem-czasomierzem dla trzech różnych prędkości silnika n_1, n_2, n_3 uzyskiwanych przy różnych wartościach napięcia zasilającego twornik silnika $U_1 > U_2 > U_3$.

Pomiar okresu oscyloskopem

Podczas pomiaru należy nastawić częstotliwość napięcia podstawy czasu, przy której okres badanego przebiegu będzie rozciągnięty na szerokość bliską długości ekranu. Wyniki pomiarów ująć w tabeli 4.

Tabela 4											
U_1				U_2				U_3			
τ_m [s]	δ_τ [%]	n [obr/min]	δ_n [%]	τ_m [s]	δ_τ [%]	n [obr/min]	δ_n [%]	τ_m [s]	δ_τ [%]	n [obr/min]	δ_n [%]

Oznaczenia przyjęte w tabeli 4:

$$\delta_\tau = \frac{\Delta\tau_m}{\tau_m} \cdot 100\%,$$

gdzie: $\Delta\tau_m$ – czas odpowiadający na ekranie oscyloskopu odcinkowi równemu 1mm, tj. połowie odległości między sąsiednimi działkami wzdłuż poziomej osi,

τ_m – zmierzony oscyloskopem okres przebiegu,

$$n = \frac{60}{K \cdot \tau_m},$$

K – liczba otworów w tarczy modułującej,

$$\delta_n = \frac{\Delta n}{n} \cdot 100\%,$$

Δn – bezwzględny błąd pomiaru prędkości wyznaczony metodą różniczek; n – wartość prędkości wyliczona z $n = \frac{60}{K \cdot \tau_m}$.

Wyznaczanie prędkości silnika repulsyjnego na podstawie pomiaru częstotliwości sygnału wyjściowego z impulsowego czujnika reluktancyjnego

Na wale silnika repulsyjnego osadzona jest tarcza ferromagnetyczna, w której na obwodzie znajduje się 60 równomiernie rozłożonych zębów. W pobliżu zębów zamocowana jest głowica magnetyczna wytwarzająca na wyjściu 60 impulsów podczas jednego obrotu tarczy. Przed przystąpieniem do pomiarów należy połączyć wyjście głowicy magnetycznej równolegle z wejściami: oscyloskopu i czasomierza-częstotliwościomierza, a następnie doprowadzić napięcie do silnika repulsyjnego. Oscyloskop będzie wskaźnikiem istnienia impulsów napięcia na wyjściu głowicy podczas obracania się wirnika silnika repulsyjnego, zaś czasomierz zostanie wykorzystany do pomiaru częstotliwości tych impulsów. Pomiary należy wykonać dla dwóch wartości prędkości: minimalnej i maksymalnej, które da się ustawić w badanym silniku. Wyniki pomiarów przedstawić w tabeli 5.

Tabela 5					
t_t [s]	p	n_{min} [obr/min]	δ_n [%]	n_{max} [obr/min]	δ_n [%]
0,1					
1					
10					

Oznaczenia przyjęte w tabeli 5:

t_t – czas pomiaru liczby impulsów; p – liczba impulsów odczytana ze wskaźnika licznika,

n – prędkość obliczona z zależności $n = \frac{p}{t_t}$; $\delta_n = \frac{\Delta n}{n} \cdot 100\%$,

Δn – bezwzględny błąd pomiaru prędkości obliczony z zależności $n = \frac{p}{t_t}$ przy założeniu, że błąd niestałości czasu t_t jest pomijalnie mały w porównaniu z błędem dyskretyzacji.