| Politechnika Rzeszowska<br>Zakład Metrologii i Systemów Diagnostycznych | Grupa | 1…….....<br>2..... | Data |
|---|---|---|---|
| **Laboratorium Metrologii Elektrycznej** | | | |
| **Pomiary mocy i energii elektrycznej** | Nr ćwicz.<br>**6** | 3.....<br>4..... | **Ocena** |

## I. CEL ĆWICZENIA

*Celem ćwiczenia jest poznanie przyrządów do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej w układzie zasilania odbiorników jednofazowych oraz wykonanie pomiarów parametrów sieci zasilającej silnik jednofazowy znajdujący się w dwóch stanach:*

*a) stanie jałowym (bez obciążenia),*

*b) stanie obciążenia (z podłączoną prądnicą prądu stałego zasilającą zespół źródeł światła).*

*Pomiary wykonać za pomocą zestawu mierników tablicowych analogowych i cyfrowych oraz przetwornika elektronicznego nadzorowanego przez oprogramowanie komputerowe wykonane w środowisku LabVIEW.*

## II. ZAGADNIENIA

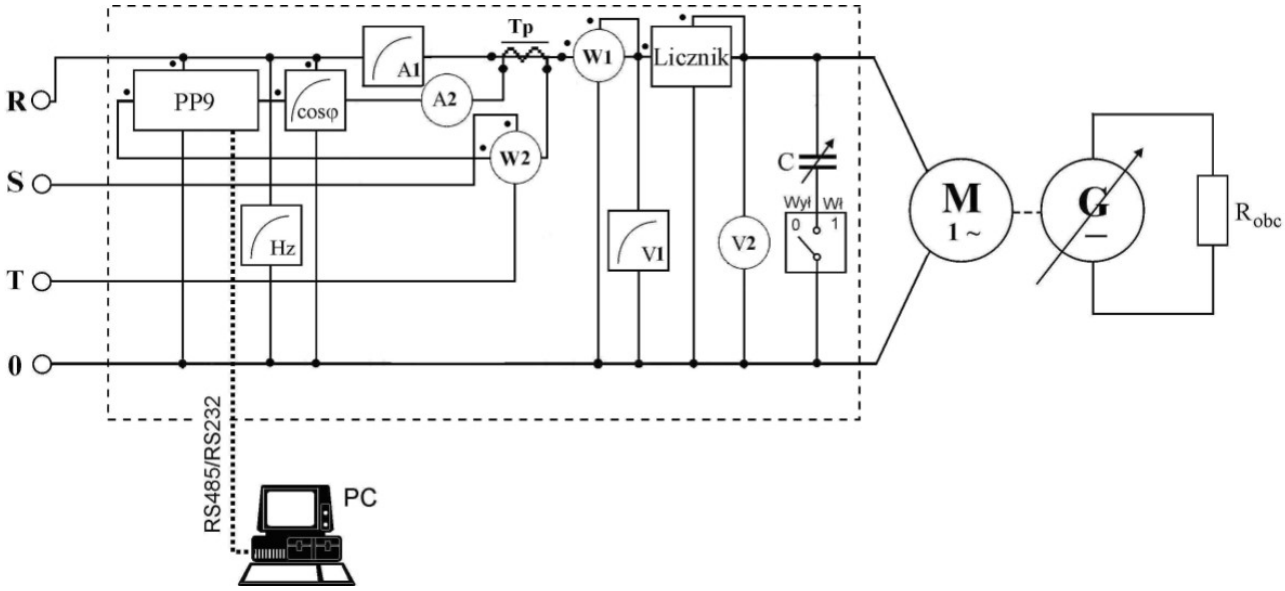
1. Budowa, działanie i właściwości pomiarowe elektromechanicznych i elektronicznych przetworników mocy.
2. Definicja stałej znamionowej i stałej rzeczywistej licznika.
3. Obliczanie: stałej podziałki watomierza, dopuszczalnej przeciążalności obwodów napięciowego i prądowego, wyniku i niedokładności pomiaru.
4. Układy do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej w sieci jednofazowej.
5. Cel i metody kompensacji mocy biernej indukcyjnej odbiornika prądu przemiennego.
6. Schemat uproszczony budowy licznika indukcyjnego i elektronicznego energii elektrycznej.
7. Budowa i właściwości przetwornika hallotronowego.

## III. PROGRAM ĆWICZENIA

1. Włączyć zasilanie silnika i wykonać odczyty z przyrządów tablicowych oraz z panelu oprogramowania przetwornika PP9 w stanie jałowym. Następnie włączyć obciążenie silnika w postaci prądnicy prądu stałego, do której podłączony jest zespół źródeł światła ustawiony na maksymalne świecenie. Pomiary wykonać bez kompensacji mocy biernej.
2. Wykonać odczyty z panelu oprogramowania przetwornika PP9 w stanach jałowym i obciążenia z kompensacją mocy biernej.
3. Wykonać obliczenia, wyniki wpisać do odpowiednich tabel.
4. Opracować wnioski końcowe na podstawie wyników pomiarów i obliczeń.

## IV. PRZEBIEG ĆWICZENIA

### 1. Układ pomiarowy i spis przyrządów




| **PDM przetwornica dwumaszynowa z jednofazowym silnikiem M i prądnicą G** | | | |
|---|---|---|---|
| Parametry silnika **M**: | | | |
| Typ | Numer | Napięcie znam. | Prąd znamionowy |
| *Silnik 1-fazowy* | *SEg 80-4B* | *220 V* | *5,4 A* |
| Moc znamionowa | Znamionowy współczynnik mocy | Częstotliwość znamionowa | Znamionowa prędkość obrotowa |
| *0,75 kW* | *0,91* | *50 Hz* | *1440 obr/min* |
| **Licznik -licznik indukcyjny:** | | | |
| Symbol przetwornika | Stała znamionowa licznika C | Klasa dokładności kl | Średnica tarczy d |
| | *450 obr / 1 kWh* | *2* | *80mm* |
| | Napięcie pracy | Zakres prądowy | |
| | *220 V* | *10 (40) A* | |
| **V1 woltomierz tablicowy typ** | | | |
| Symbol przetwornika | Zakres $U_n$ | Znamionowa liczba działek $\alpha_n$ | Klasa dokładności $kl_V$ |
| (elektromagnet.) | *50 ÷ 220 V* | *40* | *1,5* |
| **A1 amperomierz tablicowy typ** | | | |
| Symbol przetwornika | Zakres $I_n$: | Znamionowa liczba działek $\alpha_n$ | Klasa dokładności $kl_A$ |
| (elektromagnet.) | *2 ÷ 10 A* | *40* | *1,5* |

| **W1, W2 watomierz DP 5** | | | |
|---|---|---|---|
| Znamionowa liczba ziaren | Błąd podstawowy $P_n$=±3kW P=(0÷140%)$P_n$ | Zakresy napięciowe $U_n$=400V U=(0÷120)%$U_n$ | Zakresy prądowe $I_n$=5A I=(0÷120)%$I_n$ |
| | *± 0,1% + 5* | *0 ÷ 480 V* | *0 ÷ 6 A* |

| **PP9 - Przetwornik Programowalny Parametrów Sieci Energetycznej** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zakres pomiaru napięcia | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu napięciowego | | Pasmo częstotliwości |
| *0 ÷ 600 V* | *± (0,1% + 0,05%)* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | | *40 Hz < f < 500 Hz* |
| Zakres pomiaru prądu | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu prądowego | | Pasmo częstotliwości |
| *0 ÷ 5 A* | *± (0,2% + 0,05%)* | *(0 ÷ 130%) · $I_n$* | | *40 Hz < f < 500 Hz* |
| Zakres pomiaru mocy czynnej | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu mocy | Przedział zakresu napięciowego | Przedział zakresu prądowego |
| *0 ÷ 3000 W* | *±(0,1%+0,05%)* | *(0 ÷ 170%) · $P_n$* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | *(0 ÷ 130%) · $I_n$* |
| Zakres pomiaru mocy pozornej | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu mocy | Przedział zakresu napięciowego | Przedział zakresu prądowego |
| *0 ÷ 3000 W* | *±(0,1%+0,05%)* | *(0 ÷ 170%) · $P_n$* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | *(0 ÷ 130%) · $I_n$* |
| Zakres pomiaru mocy biernej | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu mocy | Przedział zakresu napięciowego | Przedział zakresu prądowego |
| | *±(0,4%+0,2%)* | *(0 ÷ 170%) · $P_n$* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | *(0 ÷ 130%) · $I_n$* |

| Zakres pomiaru cosϕ | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu napięciowego | Przedział zakresu prądowego |
|---|---|---|---|
| *-1 ÷ 1* | *±(0,2%+0,1%)* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | *(0 ÷ 130%) · $I_n$* |
| Zakres częstościomierza | Błąd podstawowy w przedziale zakresu | Przedział zakresu napięciowego | Czas uśredniania |
| *48 ÷52* | *kl=0,2* | *(0 ÷ 130%) · $U_n$* | |
| Pomiar czasu | Rozdzielczość | Błąd podstawowy | Błąd czasu reakcji |
| *Z PP9* | *1* | *± $10^{-8}$ %* | *± 20 ms* |

| **Tp - laboratoryjny przekładnik prądowy** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Typ | Prądy pierwotne $I_{1n}$ | Znamionowy prąd wtórny $I_{2n}$ | Przekładnia η | Błąd przekładni |
| JL-6 | 10 A | 5 A | 10A/5A=2 | kl = 0,2 |

*Dopuszczalna przeciążalność obwodów przetwornika PP9:*

| **Obwód napięciowy** | | **Obwód prądowy** | |
|---|---|---|---|
| $U_n$ [V] | $U_{dop}$ [V] | $I_n$ [A] | $I_{dop}$ [A] |
| *600* | *780* | *5* | *6,5* |

## 2. Wyniki pomiarów i obliczeń

### *2.1. Wartości odczytane z analogowych mierników tablicowych (bez kompensacji mocy biernej)*

| **Stan obciążenia silnika** | **Woltomierz** | **Amperomierz** | **Częstościo-mierz** | **Współ. mocy cosφ** | **Watomierz W1** | **Watomierz W2** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | U [V] | I [A] | f [Hz] | - | P [W] | P [W] |
| *Jałowy* | | | | | | |
| *Obciążenia* | | | | | | |

### *2.2. Wartości odczytane z przetwornika PP9 (bez kompensacji mocy biernej)*

| **Stan silnika** | **U [V]** | **$I_x$ [A]** | **$P_x$ [W]** | **$Q_x$ [VAr]** | **S [VA]** | **cosφ** | **f [Hz]** | **tgφ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Jałowy* | | | | | | | | |
| *Obciążenia* | | | | | | | | |

### *2.3. Obliczenia na podstawie wskazań mierników tablicowych A1, V1, cosϕ (bez kompensacji mocy biernej)*

| | **Stan jałowy** | **Stan obciążenia** |
|---|---|---|
| $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ | | |
| $Q = U \cdot I \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi^2}$ | | |
| $S = U \cdot I$ | | |
| $E = \frac{n}{C}$, gdzie: n – liczba obrotów, C – stała licznika. | | |

### *2.4. Obliczenia ze wskazań watomierzy W1 i W2 (bez kompensacji mocy biernej)*

| | **Stan jałowy** | **Stan obciążenia** |
|---|---|---|
| $P = P(W1)$ | | |
| $Q = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot P(W2) \cdot \eta$ | | |
| $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ | | |
| $\cos\varphi = \frac{P}{S}$ | | |
| $E = P(W1) \cdot t$ | | |

### *2.5. Porównanie wyników obliczeń dla pomiarów z przyrządów tablicowych i odczytu z PP9 (bez kompensacji mocy biernej)*

| | **Stan jałowy** | | | | | **Stan obciążenia** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **P [ ]** | **Q [ ]** | **S [ ]** | **cosφ** | **E [ ]** | **P [ ]** | **Q [ ]** | **S [ ]** | **cosφ** | **E [ ]** |
| Odczyty z przetwornika PP9 (pkt. 2.2) | | | | | | | | | | |
| Wyniki obliczeń z pkt. 2.3 | | | | | | | | | | |
| Wyniki obliczeń z pkt. 2.4 | | | | | | | | | | |

Parametry układu przed i po kompensacji mocy biernej odczytane tylko z panelu oprogramowania przetwornika PP9:

**<u>Dla stanu jałowego</u>**

| **Przed kompensacją** | | | | **Po kompensacji** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I [ ]** | **P [ ]** | **Q [ ]** | **cosφ [ ]** | **I [ ]** | **P [ ]** | **Q [ ]** | **cosφ' [ ]** |
| | | | | | | | |

**dla stanu pełnego obciążenia**

| Przed kompensacją | | | | Po kompensacji | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I [ ]** | **P [ ]** | **Q [ ]** | **cosφ [ ]** | **I [ ]** | **P [ ]** | **Q [ ]** | **cosφ' [ ]** |
| | | | | | | | |

## V. WNIOSKI

## VI. PYTANIA KONTROLNE

1. Przedstawić zasadę pomiaru mocy czynnej za pomocą watomierza – układy PMN i PMP.
2. Jakie mierniki powinny być stosowane dodatkowo z watomierzem w układach pomiarowych? Wyjaśnić dlaczego.
3. Przedstawić zasadę pomiaru mocy biernej przy pomocy watomierza.
4. Przedstawić zasadę pomiaru mocy pozornej przy pomocy woltomierza i amperomierza.
5. Omówić cel i sposoby kompensacji mocy biernej.

## LITERATURA

1. Dyszyński J. : Metrologia elektryczna i elektroniczna. WPRz Rzeszów, 1989.
2. Kuśmierek Z.: Pomiary mocy i energii w układach elektro-energetycznych WNT, Warszawa, 1994.
3. Chwaleba A. i inni: Metrologia elektryczna, Warszawa: WNT, 1994r
4. Parchański J.: Miernictwo elektryczne i elektroniczne - Warszawa: WSiP, 1997r.
5. Rylski A.: Metrologia II prąd zmienny, Rzeszów, OWPRz, 2006.