

## **Zagadnienia do kolokwium N3**

### **Podstawy Metrologii**

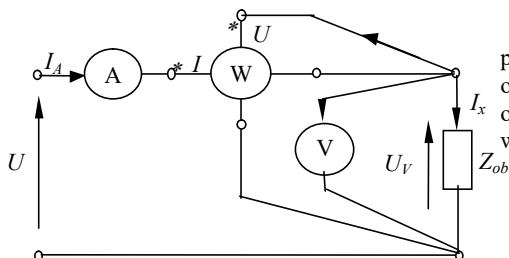
#### **Zagadnienia teoretyczne**

1. Podstawowe parametry mocy: moc czynna, bierna i pozorna
2. Pomiar mocy czynnej w obwodzie stałoprądowym: metoda amperomierza i woltomierza: schemat, wynik pomiaru.
3. Niepewność pomiaru mocy czynnej w obwodzie stałoprądowym: metoda amperomierza i woltomierza
4. Analogowy elektrodynamiczny i ferrodynamiczny watomierze: budowa podstawowe parametry
5. Schematy pomiaru mocy watomierzem w obwodach jednofazowych, wynik pomiaru
6. Niepewność pomiaru mocy watomierzem w obwodach jednofazowych
7. Błąd metodyczny pomiaru mocy spowodowany poborem mocy miernikami
8. Pomiar mocy watomierzem z przekładnikami pomiarowymi: schematy, wynik pomiaru.
9. Niepewność pomiaru mocy watomierzem z przekładnikami pomiarowymi w obwodach jednofazowych
10. Modeli obiektów badanych RLC: równoległy i szeregowy, impedancja, dobroć i stratność.
11. Pomiar impedancji metodą techniczną: woltomierz, amperomierz, rezystancja na prądzie stałym: schemat, wynik pomiaru.
12. Pomiar parametrów RLC (indukcyjność, pojemność) metodą techniczną: woltomierz, amperomierz, watomierz.
13. Pomiar dobroci i stratności obiektów RLC metodą techniczną: woltomierz, amperomierz, watomierz: schematy, wynik pomiaru.
14. Niepewność pomiaru impedancji, indukcyjności, pojemności, dobroci.
15. Pomiar parametrów obiektu indukcyjnego metodą mostkową.

## Typowe zagadnienia praktyczne do zaliczenia

### Podstawy Metrologii

- Zarejestrowano  $n=9$  wyników obserwacji: 2,15; 2,10; 2,25; 2,14; 2,18; 2,07; 2,19; 2,13; 2,20. Przyjmując normalny rozkład obserwacji wyznaczyć: a) najlepszą ocenę wyniku pomiaru; b) jego standardową niepewność.
- Zarejestrowano  $n=12$  wyników obserwacji: 3,20; 3,15; 3,30; 3,19; 3,23; 3,12; 3,24; 3,18; 3,25; 3,16; 3,25; 3,21. Przyjmując normalny rozkład obserwacji wyznaczyć: a) najlepszą ocenę wyniku pomiaru; b) jego jego niepewność standardową jeśli standardowe odchylenia wyników obserwacji  $\sigma=0,05$ .
- Napięcie (może być prąd, rezystancja oraz inne wielkości) DC zostało zmierzono analogowym woltomierzem z zakresem  $U_n=15$  V i uzyskano wynik  $U_V=12,7$  V. Klasa dokładności woltomierza  $kl_V=0,5$ . Przyjmując jednostajny rozkład prawdopodobieństwa odchyłań wskazań woltomierza w przedziale wartości granicznych wyznaczyć bezwzględną i względną niepewność standardową wskazania woltomierza.
- Prąd DC (może być napięcie, rezystancja oraz inne wielkości) został zmierzony 4 cyfrowym amperomierzem z zakresem  $I_n=1000,0$  mA i uzyskano wynik (wskazanie)  $I_A=857,2$  mA. Dopuszczalne odchylenia wskazania amperomierza wyznaczane są jako:  $a=0,03\%$  od wskazania amperomierza +  $b=0,05\%$  od zakresu. Przyjmując jednostajny rozkład prawdopodobieństwa odchyłań wskazań amperomierza w przedziale wartości granicznych odchyłań wyznaczyć bezwzględną i względną niepewność standardową wskazania amperomierza.
- Rezystancja (może być prąd, napięcie oraz inne wielkości) została zmierzona 4½ cyfrowym omomierzem z zakresem  $R_n=20$  kΩ i uzyskano wynik  $R_O=13,764$  kΩ.  
Dopuszczalne odchylenia wskazania omomierza wyznaczane są jako:  $a=0,05\%$  od wskazania + 5 cyfr (najmniej znaczących). Przyjmując jednostajny rozkład prawdopodobieństwa odchyłań wskazań omomierza w przedziale wartości granicznych wyznaczyć bezwzględną i względną niepewność standardową wskazania omomierza.
- Rezystancja około  $R_x \approx 25$  kΩ jest mierzona metodą techniczną: prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wyznaczyć oczekiwane wartości względnego błędu systematycznego spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników i na tej podstawie dobrać metodę pomiaru: (a) lub (b), która zapewni mniejszy błąd systematyczny wyniku pomiaru rezystancji.
- Rezystancja  $R_x$  jest mierzona metodą techniczną według schematu (b): prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wskazanie amperomierza  $I_A=0,562$  mA, wskazanie woltomierza  $U_V=12,764$  V. Wyznaczyć wartość rezystancji  $R_x$  według wskazań mierników oraz wartość względnego błędu systematycznego spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników
- Rezystancja  $R_x$  jest mierzona metodą techniczną według schematu (b): prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wskazanie amperomierza  $I_A=0,562$  mA (zakres  $I_{nA}=1$  mA, klasa dokładności  $kl_A=1,0$ ), wskazanie woltomierza  $U_V=12,764$  V (zakres  $U_{nV}=15$  V, klasa dokładności  $kl_V=1,5$ ). Wyznaczyć wartość rezystancji  $R_x$  według wskazań mierników oraz względną złożoną niepewność pomiaru rezystancji (błąd systematyczny spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników pominąć)
- Rezystancja około  $R_x \approx 25$  Ω jest mierzona metodą techniczną: prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wyznaczyć oczekiwane wartości względnego błędu systematycznego spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników i na tej podstawie dobrać metodę pomiaru: (a) lub (b), która zapewni mniejszy błąd systematyczny wyniku pomiaru rezystancji.
- Rezystancja  $R_x$  jest mierzona metodą techniczną według schematu (a): prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wskazanie amperomierza  $I_A=0,562$  A, wskazanie woltomierza  $U_V=12,764$  V. Wyznaczyć wartość rezystancji  $R_x$  według wskazań mierników oraz wartość względnego błędu systematycznego spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników
- Rezystancja  $R_x$  jest mierzona metodą techniczną według schematu (a): prąd - amperomierzem (rezystancja amperomierza  $R_A=1$  Ω), a napięcie - woltomierzem (rezystancja  $R_V=10$  MΩ). Wskazanie amperomierza  $I_A=0,562$  A (zakres  $I_{nA}=1$  A, klasa dokładności  $kl_A=0,5$ ), wskazanie woltomierza  $U_V=12,764$  V (zakres  $U_{nV}=15$  V, klasa dokładności  $kl_V=1,0$ ). Wyznaczyć wartość rezystancji  $R_x$  według wskazań mierników oraz względną złożoną niepewność pomiaru rezystancji (błąd systematyczny spowodowanego rezystancjami wejściowymi mierników pominąć)
- Mierzone jest napięcie sinusoidalne  $U_m=1,5$  V + składowa stała  $U_{DC}=1,0$  V. Wyznaczyć: a) wskazanie miernika z wejściem zamkniętym (z „kondensatorem”)  $U_{AC}$ ; b) wskazanie miernika z wejściem otwartym  $U_{AC+DC}$ ;
- Mierzone jest napięcie o przebiegu prostokątnym symetrycznym  $U_m=1,5$  V. Wyznaczyć: a) wskazanie miernika  $U_{AC}$  z przetwornikiem TrueRMS; a) wskazanie miernika  $U_{AC}$  z prostownikiem liniowym (wyskalowanym dla napięcia sin.).
- Mierzone jest napięcie o przebiegu trójkątnym symetrycznym  $U_m=2,5$  V. Wyznaczyć: a) wskazanie miernika  $U_{AC}$  z przetwornikiem TrueRMS; a) wskazanie miernika  $U_{AC}$  z prostownikiem liniowym (wyskalowanym dla napięcia sin.).
- Mostkiem Wheatstone’a mierzona jest rezystancja  $R_x$ . Wartości rezystancji innych rezystorów mostka:  $R_A=1000$  Ω;  $R_B=100$  Ω;  $R_z=123,4$  Ω. Wyznaczyć zmierzoną wartość rezystancji  $R_x$ ;
- Mostkiem Thoson’a mierzona jest rezystancja  $R_x$ . Wartości rezystancji innych rezystorów mostka:  $R_A=1000$  Ω;  $R_N=0,0$  Ω;  $R_z=123,4$  Ω. Wyznaczyć zmierzoną wartość rezystancji  $R_x$ .
- Cyfrowym miernikiem mierzono częstotliwość sygnału  $f_x \approx 50$  Hz, maksymalny czas pomiaru częstotliwości  $T_{pom}=10$  s, a maksymalna częstotliwość generatora impulsów  $f_w=10$  MHz. Wyznaczyć częstotliwość graniczną częstotliciemierza, metodę (bezpośrednią lub pośrednią) pomiaru częstotliwości oraz wartość względnego błędu zliczania podczas pomiaru częstotliwości sygnału wybraną metodą.
- Cyfrowym miernikiem mierzono częstotliwość sygnału  $f_x \approx 20$  kHz, maksymalny czas pomiaru częstotliwości  $T_{pom}=10$  s, a maksymalna częstotliwość generatora impulsów  $f_w=10$  MHz. Wyznaczyć częstotliwość graniczną częstotliciemierza, metodę (bezpośrednią lub pośrednią) pomiaru częstotliwości oraz wartość względnego błędu zliczania podczas pomiaru częstotliwości sygnału wybraną metodą.



22. Moc odbiornika jednofazowego mierzona watomierzem z parametrami:  $U_{nW}=150$  V,  $I_{nW}=5$  A;  $n_{nW}=150$  dz,  $\cos\varphi_{nW}=1$ ,  $kl_W=0,5\%$ , odchylenie wskazówki watomierza  $n_W=65$  dz. Wyznaczyć zużywaną odbiornikiem moc oraz standardową (względna i bezwzględna) wskazania watomierza.

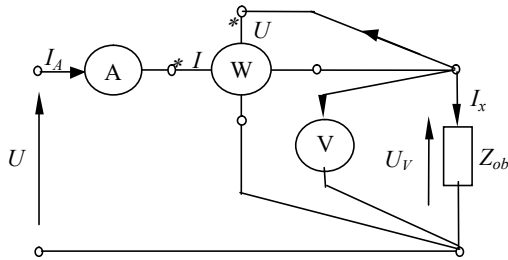
26. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=350$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=230$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,25$  A. Wyznaczyć moc bierną  $Q$  oraz pozorną  $S$ .

27. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=450$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=127$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=4,25$  A. Wyznaczyć impedancję  $Z_{ob}$ , rezystancję  $R_{ob}$ , oraz reaktancję  $X_{ob}$  odbiornika.

28. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=250$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=127$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,5$  A. Wyznaczyć współczynnik  $\cos\phi_x$  odbiornika.

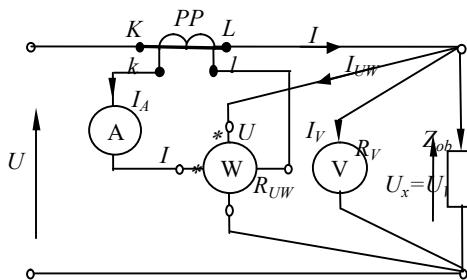
29. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=500$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=230$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,75$  A, częstotliwość napięcia zasilającego  $f=50$  Hz. Wyznaczyć indukcyjność  $L_{ob}$  odbiornika.

30. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=300$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=225$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,15$  A. Wyznaczyć dobroć  $Q_{ob}$  odbiornika indukcyjnego.



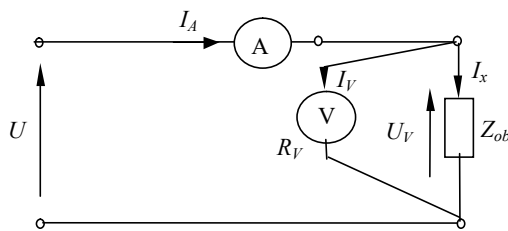
31. Pomiary mocy jednofazowej watomierzem. Moc odbiornika jednofazowego mierzona watomierzem z parametrami: zakresy napięciowy  $U_{nW}=150$  V, prądowy  $I_{nW}=5$  A; znamionowa liczba dźwięków  $n_{nW}=150$  dz, nominalny  $\cos\phi_{nW}=1$ , wskazanie watomierza  $n_W=57$  dz. Do kontroli napięcia na odbiorniku wykorzystuje się woltomierz, którego wskazanie  $U_V=122,5$  V oraz amperomierz, którego wskazanie  $I_A=4,75$  A. Według wskazania mierników (watomierza, woltomierza i amperomierza) wyznaczyć:

1. Zużywaną odbiornikiem moc czynną  $P$ .
2. Moc pozorną  $S$ .
3. Moc bierną  $Q$ .



32. Pomiary mocy watomierzem z przekładnikiem prądowym: Moc odbiornika jednofazowego mierzona watomierzem z parametrami: zakres napięciowy  $U_{nW}=150$  V, prądowy  $I_{nW}=5$  A; znamionowa liczba dźwięków  $n_{nW}=150$  dz, nominalny  $\cos\phi_{nW}=1$ , klasa dokładności  $kl_W=0,5\%$ , odchylenie wskazówki watomierza  $n_W=65$  dz. Przekładnia przekładnika  $K_{IN}=20A/5A$ , klasa dokładności  $kl_{PP}=0,2\%$ . Według wskazania watomierza wyznaczyć:

1. Zużywaną odbiornikiem moc czynną.
2. Standardową względną niepewność wskazania watomierza
3. Złożoną względną niepewność wyniku pomiaru mocy.

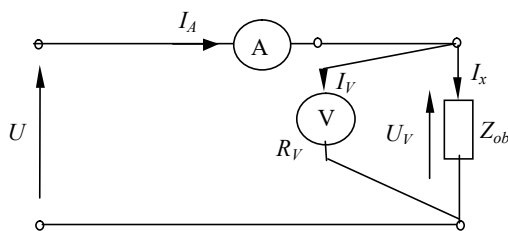
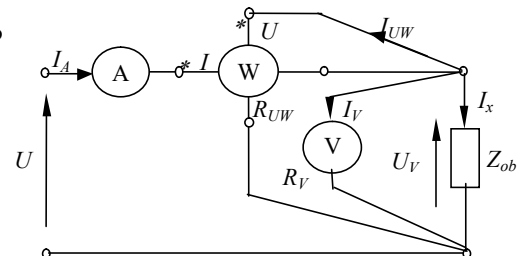


33. Pomiary impedancji metodą techniczną (A+V): Podczas pomiaru impedancji odbiornika jednofazowego wskazanie woltomierza  $U_V=125$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=7,45$  A, rezystancja  $R_{ob}=12,5$   $\Omega$ , częstotliwość  $f=50$  Hz. Wyznaczyć:

- 5.1. Impedancję obiektu  $Z_{ob}$ .
- 5.2. Reaktancję obiektu  $X_{ob}$ .
- 5.3. Indukcyjność obiektu  $L_{ob}$ .

33. Pomiary impedancji: Podczas pomiaru impedancji odbiornika jednofazowego wskazania mierników: watomierza  $n_W=88$  dz. (zakresy napięciowy  $U_{nW}=150$  V, prądowy  $I_{nW}=50$  A; znamionowa liczba dźwięków  $n_{nW}=150$  dz, nominalny  $\cos\phi_{nW}=1$ ) wskazanie woltomierza  $U_V=122,5$  V oraz którego wskazanie amperomierza  $I_A=4,25$  A. Częstotliwość  $f=50$  Hz. Według wskazania mierników (watomierza, woltomierza i amperomierza) wyznaczyć:

1. Impedancję obiektu  $Z_{ob}$ .
2. Reaktancję obiektu  $X_{ob}$ .
3. Pojemność  $C_{ob}$  obiektu.



34. Pomiary impedancji: Impedancja mierzona jest według układu poprawnego pomiaru napięcia. Podczas pomiaru wykorzystano: woltomierz (zakres  $U_{nV}=300$  V, klasa dokładności 0,5) którego wskazanie  $U_V=232$  V, amperomierz (zakres  $I_{nA}=5$  A, klasa dokładności 0,5) którego wskazanie  $I_A=3,74$  A. Według wskazania mierników wyznaczyć:

1. Impedancję obiektu  $Z_{ob}$ .
2. Względne niepewności standardowe wskazań woltomierza  $u_{B,rel}(U_V)$  i amperomierza  $u_{B,rel}(I_A)$ .
3. Względną  $u_{c,rel}(Z_{ob})$  i bezwzględną  $u_c(Z_{ob})$  złożone niepewności wyniku pomiaru impedancji