

# **Zagadnienia do kolokwium Podstawy Metrologii**

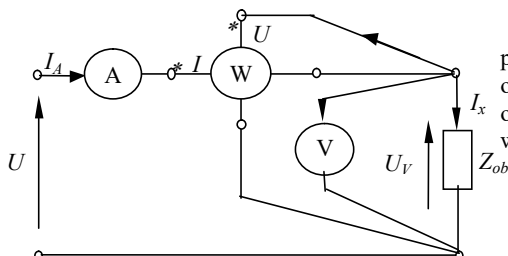
## **Zagadnienia teoretyczne**

1. Zasady obliczania niepewności metodą typu A (metoda statystyczna)
2. Obliczanie niepewności standardowej wartości średniej.
3. Zasady obliczania niepewności metodą typu B mierników analogowych.
4. Zasady obliczania niepewności metodą typu B mierników cyfrowych.
5. Podstawowe parametry i wymagania do amperomierze DC.
6. Amperomierze analogowe (budowa, podstawowe właściwości)
7. Amperomierze cyfrowe (budowa, podstawowe właściwości)
8. Wpływ ograniczonej wartości rezystancji wejściowej amperomierza na wynik pomiaru prądu
9. Metoda korekcji wpływu ograniczonej wartości rezystancji wejściowej amperomierza z szeregowym podłączeniem drugiego amperomierza
10. Podstawowe parametry i wymagania do woltomierzy DC.
11. Woltomierze analogowe (budowa, podstawowe właściwości)
12. Woltomierze cyfrowe (budowa, podstawowe właściwości)
13. Wpływ ograniczonej wartości rezystancji wejściowej woltomierza na wynik pomiaru napięcia
14. Metoda korekcji wpływu ograniczonej wartości rezystancji wejściowej woltomierza z równoległym podłączeniem drugiego woltomierza
15. Bezpośredni pomiar rezystancji omomierzem
16. Analogowe i cyfrowe omomierze
17. Pośredni pomiar rezystancji. Metoda techniczna.
18. Błąd metodyczny pomiaru rezystancji metodą techniczną spowodowany rezystancjami wejściowymi mierników.
19. Złożona niepewność pośredniego pomiaru rezystancji amperomierzem i woltomierzem
20. Pomiar małych rezystancji: 4-przewodowe podłączenie obiektu badanego
21. Układy mostkowe. Mostek Wheatstone'a. Obliczanie wyniku pomiaru rezystancji mostkiem Wheatstone'a
22. Mostek Thomsona do pomiaru małych rezystancji. Obliczanie wyniku pomiaru rezystancji mostkiem Thomsona
23. Podstawowe parametry sygnałów AC: wartość skuteczna, średnia wyprostowana, szczytowa.
24. Analogowe elektromechaniczne mierniki napięć i prądów przemiennych: parametry i właściwości
25. Cyfrowe mierniki napięć i prądów przemiennych: parametry i właściwości
26. Wartość skuteczna sygnału AC ze stałą składową DC
27. Wpływ kształtu sygnału AC na wskazanie miernika z przetwornikiem liniowym (modułu sygnału). Współczynnik kształtu sygnału przemiennego.
28. Okres i częstotliwość sygnału AC, definicje, jednostki.
29. Pomiar okresu i częstotliwości sygnału oscyloskopem.
30. Bezpośredni pomiar częstotliwości sygnału okresowego częstotlicznikiem analogowym
31. Bezpośredni pomiar częstotliwości sygnału okresowego częstotlicznikiem cyfrowym
32. Pośredni cyfrowy pomiar częstotliwości sygnału okresowego – przez pomiar okresu
33. Błąd i niepewność zliczania podczas pomiaru częstotliwości.
34. Podstawowe parametry mocy: moc czynna, bierna i pozorna
35. Pomiar mocy czynnej w obwodzie stałoprądowym: metoda amperomierza i woltomierza.
36. Niepewność pomiaru mocy czynnej w obwodzie stałoprądowym: metoda amperomierza i woltomierza
37. Analogowy elektrodynamiczny i ferrodynamiczny watomierz: budowa podstawowe parametry
38. Schematy pomiaru mocy watomierzem w obwodach jednofazowych
39. Niepewność pomiaru mocy watomierzem w obwodach jednofazowych
40. Błąd metodyczny pomiaru mocy spowodowany poborem mocy miernikami
41. Pomiar mocy watomierzem z przekładnikami pomiarowymi.
42. Niepewność pomiaru mocy watomierzem z przekładnikami pomiarowymi w obwodach jednofazowych
43. Modeli obiektów badanych RLC: równoległy i szeregowy.
44. Impedancja, dobroć i stratność.
45. Pomiar impedancji metodą techniczną: woltomierz, amperomierz.
46. Pomiar parametrów RLC (indukcyjność, pojemność) metodą techniczną: woltomierz, amperomierz, watomierz.
47. Pomiar dobroci i stratności obiektów RLC metodą techniczną: woltomierz, amperomierz, watomierz.
48. Niepewność pomiaru impedancji, indukcyjności, pojemności, dobroci
49. 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 odchyłeń 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 odchyłeń wskazań amperomierza w przedziale wartości granicznych odchyłeń 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 odchyłeń 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.

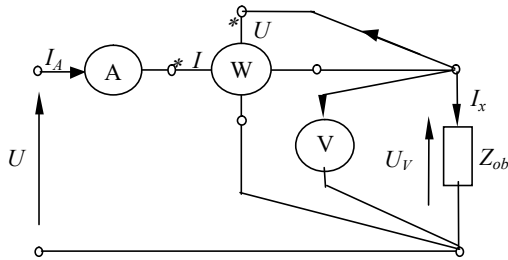
26. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=350$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=230$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,25$  A. Wyznaczyć moc bierną  $Q$  oraz pozorną  $S$ .

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.

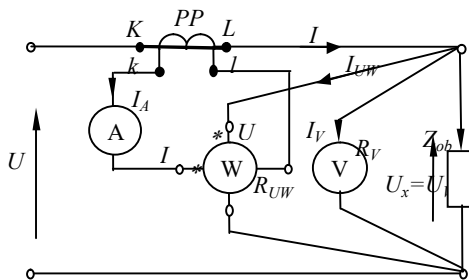
29. Podczas pomiaru parametrów odbiornika jednofazowego wskazanie watomierza  $P_w=500$  W, wskazanie woltomierza  $U_V=230$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=2,75$  A, częstotliwość napięcia zasilającego  $f=50$  Hz. Wyznaczyć indukcyjność  $L_{ob}$  odbiornika.

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.



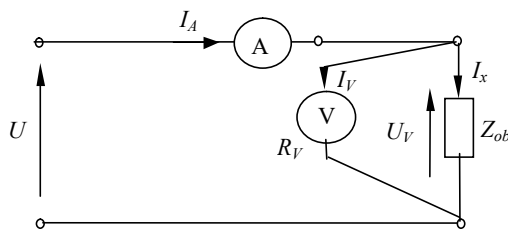
31. Pomiary mocy jednofazowej watomierzem. Moc odbiornika jednofazowego mierzona watomierzem z parametrami: zakresy napięciowy  $U_{nW}=150$  V, prądowy  $I_{nW}=5$  A; znamionowa liczba działek  $n_{nW}=150$  dz, nominalny  $\cos\phi_{nW}=1$ , wskazanie watomierza  $n_W=57$  dz. Do kontroli napięcia 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 działek  $n_{nW}=150$  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.

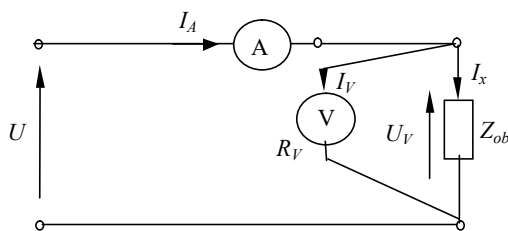
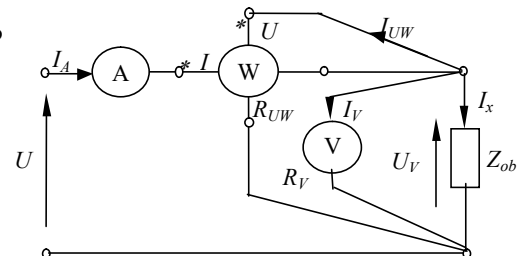


33. Pomiary impedancji metodą techniczną (A+V): Podczas pomiaru impedancji odbiornika jednofazowego wskazanie woltomierza  $U_V=125$  V, wskazanie amperomierza  $I_A=7,45$  A, rezystancja  $R_{ob}=12,5$   $\Omega$ , częstotliwość  $f=50$  Hz. Wyznaczyć:

- 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 działek  $n_{nW}=150$  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