

MIERNICTWO ELEKTRONICZNE: Zaliczenie wykładów 2022/23
Zagadnienia do zaliczenia – dotyczy wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych

1. Podstawowe wymagania do aparatury pomiarowej
2. Multimetry; elektrometry, ich funkcji i właściwości
3. Nanowoltomierzy, pikoamperomierzy, ich funkcji i właściwości
4. Mikro-omomierzy, przyrządy źródła – mierniki, ich funkcji i właściwości
5. Przykładowy schemat strukturalny multimetru elektronicznego cyfrowego
6. Wymagania do woltomierzy DC. Ograniczenia szumowe, występujące podczas pomiarów małych napięć
7. Tłumienie zakłóceń szeregowych w woltomierzu z dwukrotnym całkowaniem.
8. Błąd metodyczny, spowodowany ograniczoną wartością rezystancji wejściowej woltomierza.
9. Korekcja błędu metodycznego, spowodowanego ograniczoną wartością rezystancji wejściowej woltomierza
10. Układy wejściowe woltomierza: dzielniki oraz wzmacniacze, podstawowe parametry.
11. Podstawowe wymagania do amperomierze. Ograniczenia szumowe, występujące podczas pomiarów małych prądów
12. Błąd metodyczny, spowodowany niezerową wartością rezystancji wejściowej amperomierza.
13. Korekcja błędu metodycznego, spowodowanego niezerową wartością rezystancji wejściowej amperomierza
14. Układy wejściowe amperomierza dla zakresu A-mA: problemy, schematy, wzory
15. Pomiary małych prądów. Układy wejściowe amperomierza dla zakresów μA , nA: problemy, schematy, wzory
16. Wpływ szumów i prądów upływu podczas pomiaru małych i bardzo małych prądów. Eliminacja prądów upływu
17. Podstawowe problemy pomiaru małych rezystancji: wpływ parametrów linii
18. Zasada 4-przewodowego podłączenia obiektu podczas pomiaru małych rezystancji
19. Pomiary małych rezystancji mostkiem Thomsona: schemat, wzór na obliczenie wyniku pomiaru.
20. Niepewność wyniku pomiaru małych rezystancji mostkiem Thomsona
21. Pomiary małych rezystancji miernikami cyfrowymi: schematy, wzory
22. Podstawowe problemy pomiaru dużych rezystancji (np. izolacji): wpływ parametrów kabli
23. Pomiary dużych rezystancji miernikami cyfrowymi: schemat z trzyprzewodowym podłączeniem obiektu badanego, wzory.
24. Definicje skrośnej i powierzchniowej rezystancji i rezystywności, pomiary tych rezystywności.
25. Pomiary parametrów izolacji: komórki pomiarowe, parametry, stałe komórki
26. Pomiary parametrów izolacji: pomiar rezystywności skrośnej, eliminacja wpływu prądu powierzchniowego, wynik pomiaru.
27. Pomiary parametrów izolacji: pomiar powierzchniowej rezystywności, eliminacja wpływu prądu skrośnego, wynik pomiaru.
28. Zasady obliczenia złożonej standardowej niepewności wyniku pomiaru pośredniego na przykładzie pomiaru rezystywności skrośnej.
29. Zasady obliczenia złożonej standardowej niepewności wyniku pomiaru pośredniego na przykładzie pomiaru rezystywności powierzchniowej.
30. Zakłócenia oraz trzy podstawowe składowe wpływu zakłóceń na wyniki pomiaru
31. Metody konstrukcyjno-technologiczne zmniejszenia wpływu zakłóceń.

32. Ekranowanie elektrostatyczne, magnetostaticzne, elektromagnetyczne
33. Skręcanie par przewodów.
34. Ekranowanie ekwipotencjalne
35. Uziemienia, rodzaje uziemień
36. Zakłócenie normalne, współczynnik tłumienia zakłócenia normalnego (CMRR)
37. Obliczanie wartości błędu przez ograniczona wartością współczynnika tłumienia zakłócenia wspólnego (CMMR)
38. Istota uśredniania zwykłego podczas pomiaru parametrów sygnałów okresowych. Tłumienie (eliminacja) składowych harmonicznych w trakcie ich uśredniania. Współczynnik tłumienia.
39. Istota uśredniania wagowego (dodatkowe tłumienie wybranych składowych harmonicznych) podczas pomiaru parametrów sygnałów.
40. Funkcje wagowe do uśredniania zakłóceń w szerokim paśmie, funkcja (okno) Dolpha-Chebysheva
41. Parametry uśredniania w szerokim paśmie częstotliwości przy zastosowaniu funkcji (okna) Dolpha-Chebysheva.

MIERNICTWO ELEKTRONICZNE: Zaliczenie wykładów 2022/23

Typowe zagadnienia do zaliczenia – dotyczy wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych

Zadania praktyczne:

1. Wyznaczyć wartość stałej komórki pomiarowej K_p do pomiaru rezystywności powierzchniowej oraz jej względną standardową niepewność $u_{c,B,rel}(K_p)$, jeśli średnica elektrody wewnętrznej $d_1=20$ mm, wewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_2=30$ mm \pm 0,01 mm, zewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_3=40$ mm \pm 0,01 mm, grubość materiału badanego $h=2$ mm \pm 0,005 mm.
2. Wyznaczyć wartość stałej komórki pomiarowej K_s do pomiaru rezystywności skrośnej oraz jej względną standardową niepewność $u_{c,B,rel}(K_s)$ jeśli średnica elektrody wewnętrznej $d_1=25$ mm \pm 0,01 mm, wewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_2=35$ mm \pm 0,01 mm, zewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_3=50$ mm \pm 0,01 mm, grubość materiału badanego $h=1,5$ mm \pm 0,01 mm.
3. Wyznaczyć wartość rezystywności powierzchniowej $\rho_x=\rho_p$ ($G\Omega$) materiału izolacyjnego, jeśli wskazania amperomierza: $I_A=0,625\mu A$, woltomierza $U_V=2,75kV$, wartość stałej komórki pomiarowej do pomiaru rezystywności powierzchniowej $K_p=18.850$.
4. Wyznaczyć wartość rezystywności skrośnej $\rho_x=\rho_s$ ($G\Omega\cdot cm$) materiału izolacyjnego, jeśli wskazania amperomierza: $I_A=0,281\mu A$, woltomierza $U_V=2,45kV$, wartość stałej komórki pomiarowej do pomiaru rezystywności skrośnej $K_s =490,87$ mm², grubość materiału badanego $h=2,5$ mm.
5. Wyznaczyć wartość wyniku pomiaru rezystywności skrośnej $\rho_x=\rho_s$ oraz bezwzględna $u_A(\rho_x)$ i względną $u_{A,rel}(\rho_x)$ niepewność metodą typu A jeśli podczas pomiaru rezystywności zarejestrowano $n=6$ wyników obserwacji: $\rho_{s1}=27,8$ G $\Omega\cdot cm$, $\rho_{s2}=26,2$ G $\Omega\cdot cm$, $\rho_{s3}=28,7$ G $\Omega\cdot cm$, $\rho_{s4}=27,7$ G $\Omega\cdot cm$, $\rho_{s5}=28,0$ G $\Omega\cdot cm$, $\rho_{s6}=26,3$ G $\Omega\cdot cm$.
6. Wyznaczyć wartość wyniku pomiaru rezystywności powierzchniowej $\rho_x=\rho_p$ oraz bezwzględna $u_A(\rho_x)$ i względną $u_{A,rel}(\rho_x)$ niepewność metodą typu A jeśli podczas pomiaru rezystywności zarejestrowano $n=5$ wyników obserwacji: $\rho_{p1}=18,1$ G Ω , $\rho_{p2}=16,5$ G Ω , $\rho_{p3}=19,0$ G Ω , $\rho_{p4}=18,0$ G Ω , $\rho_{p5}=18,3$ G $\Omega\cdot cm$.
7. Wyznaczyć minimalny czas całkowania napięcia w woltomierze z dwukrotny całkowaniem, jeśli okresowe zakłócenie ma podstawową częstotliwość 50 Hz.
8. Wyznaczyć minimalną liczbę próbek N , częstotliwość próbkowania f_p oraz czas pobierania próbek T przy pomiarze cyfrowym wartości średniej sygnału, jeśli w sygnale są składowe harmoniczne od 50 Hz do 450 Hz, i stosuje się zwykłe uśrednianie.
9. Zakres częstotliwości sygnału $f_{min}=45$ Hz, $f_{max}=2000$ Hz, wyznaczyć częstotliwość próbkowania f_p oraz minimalną liczbę próbek N wykorzystywanych do wyznaczania wartości stałej sygnału, przy tłumieniu składowych harmonicznych funkcją wagową Dolpha - Czebyszewa $K_{tl}=50$ dB (względna szerokość głównego listka funkcji $v_0 = f_{min}\times T\approx 2,053$).

10. Zakres częstotliwości sygnału $f_{\min}=20$ Hz, $f_{\max}=1000$ Hz, wyznaczyć częstotliwość próbkowania f_p oraz minimalną liczbę próbek n wykorzystywanych do wyznaczania wartości skutecznej sygnału, przy tłumieniu składowych harmonicznych kwadratu sygnału funkcją wagową (okno Dolpha - Czebyszewa $K_{tl}=60$ dB (względna szerokość głównego listka funkcji: $v_0 = f_{\min} \times T \approx 2,42$).
11. Obliczyć wartość współczynnika tłumienia NMRR (w decybeli) składowej harmonicznej o częstotliwości $f=49,75$ Hz, jeśli czas całkowania napięcia wejściowego w pierwszej fazie przetwornika analogowo-cyfrowego z dwukrotnym całkowaniem wynosi $T=20$ ms. Obliczyć wartość błędu bezwzględnego spowodowanego tym zakłóceniem przy amplitudzie $U_m=10$ mV.
12. Wyznaczyć wartość pośredniego wyniku pomiaru rezystancji izolacji R_x metoda amperomierza i woltomierza oraz oszacować bezwzględną i względną standardową niepewność typu B ($u_B(R_x)$, $u_{B,rel}(R_x)$), jeśli wskazania mierników następują: $I_A=0,235\mu A$ (zakres $0,3\mu A$), $U_V=2,54$ kV (zakres 3 kV), klasy dokładności tych mierników $kl_A=kl_V=2,0$.
13. Wyznaczyć wartość rezystancji obiektu (w mOhm), mierzonej mostkiem Thomsona, jeśli wartość rezystancji opornika wzorcowego $R_n=0,01$ Ohm, wskazanie mostka $R_p=532,4$ Ohm, wartości rezystancji $R_1=R_2=R_A=100$ Ohm.
14. Wyznaczyć wartość wyniku pomiaru rezystancji R_x mostkiem Thomsona oraz względną $u_{A,rel}(R_x)$ niepewność metodą typu A jeśli podczas pomiaru rezystancji mostkiem Thomsona zarejestrowano $n=5$ wyników obserwacji: $R_1=12,4$ mOhm, $R_2=12,6$ mOhm, $R_3=12,3$ mOhm, $R_4=12,5$ mOhm, $R_5=12,2$ mOhm.
15. Wyznaczyć wartość względnej $u_{B,rel}(R_x)$ i bezwzględnej $u_B(R_x)$ niepewności złożonej wyniku pomiaru mostkiem Thomsona ($R_x=7,237$ m Ω) rezystancji obiektu, jeśli względne dopuszczalne odchylenia rezystancji mostka i opornika wzorcowego od wartości nominalnej równe $\delta_{R_n}=\delta_{R_p}=\delta_{R_A}=\pm 0,01\%$, jeśli wartością niepewności od nieczułości pominąć.
16. Oszacować wskazanie woltomierza U_V oraz wartość systematycznego błędu bezwzględnego Δ_{R_V} i względnego δ_{R_V} pomiaru napięcia woltomierzem napięcia DC w obwodzie elektrycznym z następującymi wartościami: napięcie zasilania $U_z=15$ V ($R_z \approx 0$) rezystancja, na której jest mierzone napięcie, $R_{1,nom}=15$ M Ω , rezystancja reszty obwodu względem rezystancji mierzonej $R_{2,nom}=5$ M Ω , nominalna rezystancja wejściowa woltomierza $R_{V,nom}=10$ M Ω .
17. Oszacować skorygowaną wartość wyniku pomiaru woltomierzem napięcia DC w obwodzie elektrycznym, wskazanie woltomierza $U_V=6.420$ V, po podłączeniu równolegle do tego woltomierza innego woltomierza o tej samej rezystancji wejściowej ($R_{V2,nom}=R_{V,nom}$) jego wskazanie zmieniło się i wynosi $U_{V1}=5.525$ V.
18. Podczas pomiaru woltomierzem napięcia w obwodzie elektrycznym uzyskano wskazanie woltomierza: $U_V=8,502$ V i w celu korekcji systematycznego odchylenia, spowodowanego wpływem rezystancji woltomierza $R_{V,nom}=1$ M Ω , równolegle do niego został podłączony rezystor o rezystancji $R_{b,nom}=2$ M Ω , i uzyskano drugie wskazanie woltomierza $U_{V,b}=6,425$ V. Obliczyć skorygowaną wartość wyniku pomiaru napięcia.

19. Oszacować skorygowaną wartość wyniku pomiaru prądu miliamperomierzem DC w obwodzie elektrycznym, którego wskazanie $I_A=22.4$ mA, po podłączeniu szeregowo z tym miliamperomierzem innego miliamperomierza o tej samej rezystancji wejściowej ($R_{A2,nom}=R_{A,nom}$) jego wskazanie zmieniło się i wynosi $I_A=16.6$ mA.

Przykładowe zadanie na kolokwium

MIERNICTWO ELEKTRONICZNE. Zaliczenie wykładów 2022/2023
Imię Nazwisko _____ grupa _____ 29.11.2022 Wariant N A

1. Podstawowe wymagania do aparatury pomiarowej
2. Niepewność wyniku pomiaru małych rezystancji mostkiem Thomsona, zasady i przykład obliczeń wyniku
3. Zakłócenie normalne, współczynnik tłumienia zakłócenia normalnego, przykład obliczania.
4. Wyznaczyć wartość pośredniego wyniku pomiaru rezystancji izolacji R_x metoda amperomierza i woltomierza oraz oszacować bezwzględna i względną standardową niepewność typu B ($u_B(R_x)$, $u_{B,rel}(R_x)$), jeśli wskazania mierników następują: $I_A=0.235\mu A$ (zakres $0,3\mu A$), $U_V=0.894$ kV (zakres 1 kV), klasy dokładności tych mierników $kl_A=kl_V=2.5$.
5. Wyznaczyć wartość stałej komórki pomiarowej K_p do pomiaru rezystywności powierzchniowej oraz jej względną standardową niepewność $u_{c,B,rel}(K_p)$, jeśli średnica elektrody wewnętrznej $d_1=25$ mm \pm 0.01 mm, wewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_2=35$ mm \pm 0.01 mm, zewnętrzna średnica zewnętrznej elektrody $d_3=50$ mm \pm 0.01 mm, grubość materiału badanego $h=2$ mm \pm 0.005 mm.
6. Podczas pomiaru woltomierzem napięcia w obwodzie elektrycznym uzyskano wskazanie woltomierza: $U_V=15.05$ V i w celu korekcji systematycznego odchylenia, spowodowanego wpływem rezystancji woltomierza $R_{v,nom}=1$ M Ω , równoległe do niego został podłączony rezystor o rezystancji $R_{b,nom}=2$ M Ω , i uzyskano drugie wskazanie woltomierza $U_{V,b}=10.75$ V. Obliczyć skorygowaną wartość wyniku pomiaru napięcia.