

| | | | |
|--|-----------|---------|--------------|
| Politechnika Rzeszowska Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych | Grupa | 1 | Data |
| Laboratorium Metrologii | | 2 | Ocena |
| Ocena niepewności wyniku pomiaru metodą typu B | Nr ćwicz. | 3 | |
| | 3 | 4 | |

I. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest poznanie zasad oceny standardowej niepewności wyniku pomiaru metodą typu B oraz sprawdzanie wskazania pomiaru napięcia po podłączeniu dodatkowego woltomierza.

II. PRZEBIEG ĆWICZENIA

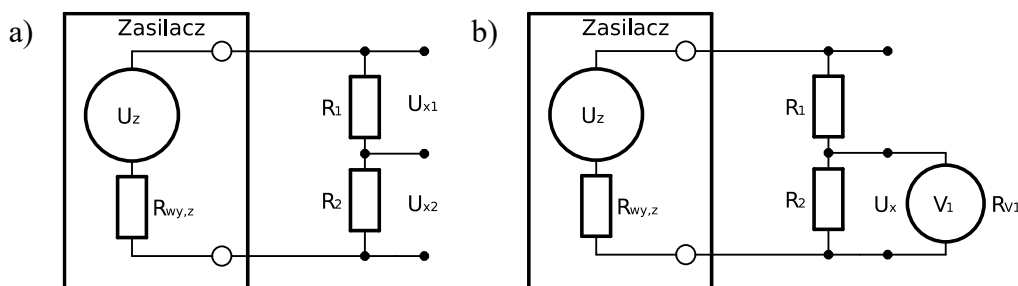
SPIS PRZYRZĄDÓW:

| ZASILACZ LABORATORYJNY | | | |
|-----------------------------|--|--|--|
| PRODUCENT | | | |
| MODEL | | | |
| ZAKRESY PRĄDOWE | | | |
| ZAKRESY NAPIĘCIOWE | | | |
| REZYSTANCJA WYJŚCIOWA | | | |
| MULTIMETR | | | |
| PRODUCENT | | | |
| MODEL | | | |
| ZAKRES POMIAROWY $U_{n,V1}$ | | | |
| REZYSTANCJA WEJŚCIOWA | | | |
| PARAMETRY DOKŁADNOŚCI | | | |
| ROZDZIELCZOŚĆ | | | |
| REZYSTORY | | | |
| REZYSTANCJA NOMINALNA | | | |
| TOLERANCJA | | | |
| MOC | | | |
| MAKS. NAPIĘCIE PRACY | | | |
| DOPUSZCZALNY PRĄD | | | |

Uwaga! W załącznikach 1 i 2 zamieszczono opis sposobu kodowania wartości rezystorów oraz tabelę kodu paskowego.

1. ZADANIA POMIAROWE

- 1.1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji R_1 i R_2 zadanych rezystorów dzielnika.
- 1.2. Zmontować układ do pomiaru napięcia zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1.
- 1.3. Według zadanej przybliżonej wartości napięcia zasilania U_z dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1 i po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania. Zanotować jego wartość (U_z).
- 1.4. Dla zmierzonych wartości napięcia zasilającego U_z oraz rezystancji rezystorów dzielnika R_1 i R_2 obliczyć wartość spadku napięcia U_x na danym rezystorze (R_1 lub R_2) (rys. 1,a).
- 1.5. Według obliczonej wartości napięcia U_x dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1 i po włączeniu zasilacza zaobserwować i zapisać w sprawozdaniu wynik pomiaru U_{V1} . Porównać uzyskany wynik U_{V1} z wynikiem obliczeń U_x .
- 1.6. Na podstawie wartości współczynników a i b lub c (wyznaczających dopuszczalne granice zmian wskazań woltomierza), zakresu $U_{n,V1}$ oraz wskazania U_{V1} woltomierza cyfrowego obliczyć metodą typu B wartość standardowej niepewności wskazania woltomierza.
- 1.7. Na podstawie zadanych wartości rezystancji R_1, R_2 oraz nominalnej rezystancji wejściowej woltomierza $R_{V1,nom}$ oszacować wartości błędów systematycznych bezwzględnego i względnego, spowodowanych ograniczoną wartością rezystancji wejściowej woltomierza.
- 1.8. Podłączyć równolegle do woltomierza podstawowego V1 dodatkowy woltomierz V2 (docelowo z rezystancją wejściową mniejszą niż woltomierza V1, $R_{V2,nom} < R_{V1,nom}$). Zaobserwować wskazania woltomierzy i zapisać je w sprawozdaniu.



Rys. 1. Uproszczone schematy układów: do obliczenia wartości spadków napięcia na rezystorach (a); do pomiaru napięcia na rezystorach (b)

POMIAR NR 1

Multimetr:

$$U_z = \quad R_1 = \quad R_2 = \quad R_{wy,z} = 0,2 \Omega$$

Oszacowana wartość spadku napięcia na danym rezystorze ($R_{pom} = R_1$ lub R_2):

$$U_x = U_z \cdot \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2}$$

Wskazanie woltomierza:

$$U_{V1} =$$

Szacowanie wartości błędu systematycznego bezwzględnego (Δ_{RV1}) i względnego (δ_{RV1}):

$$\Delta_{RV1}(U_x) = U_{V1} - U_x$$

$$\delta_{RV1} = \frac{\Delta_{RV1}(U_x)}{U_x} \cdot 100\%$$

Szacowanie standardowej niepewności bezwzględnej ($u_B(U_{V1})$) i względnej ($u_{B,r}(U_{V1})$):

$$a = \quad b = \quad c = \quad d = \quad U_{N,V1} =$$

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{N,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad / \quad u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right)$$

$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

Porównać wartość względnej standardowej niepewności $u_{B,r}(U_{V1})$ wskazania woltomierza z wartością błędu systematycznego względnego δ_{RV1} pomiaru tego napięcia.

$$u_{B,r}(U_{V1}) \quad \delta_{RV1}$$

POMIAR NR 2

Multimetr:

$$U_z = \quad R_1 = \quad R_2 = \quad R_{wy,z} = 0,2 \Omega$$

Oszacowana wartość spadku napięcia na zadanym rezystorze ($R_{pom} = R_1$ lub R_2):

$$U_x = U_z \cdot \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2}$$

Wskazanie woltomierza:

$$U_{V1} =$$

Szacowanie wartości błędu systematycznego bezwzględnego (Δ_{RV1}) i względnego (δ_{RV1}):

$$\Delta_{RV1}(U_x) = U_{V1} - U_x$$

$$\delta_{RV1} = \frac{\Delta_{RV1}(U_x)}{U_x} \cdot 100\%$$

Szacowanie standardowej niepewności bezwzględnej ($u_B(U_{V1})$) i względnej ($u_{B,r}(U_{V1})$):

$$a = \quad b = \quad c = \quad d = \quad U_{N,V1} =$$

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{N,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad / \quad u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right)$$

$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

Porównać wartość względnej standardowej niepewności $u_{B,r}(U_{V1})$ wskazania woltomierza z wartością błędu systematycznego względnego δ_{RV1} pomiaru tego napięcia.

$$u_{B,r}(U_{V1}) \quad \delta_{RV1}$$

POMIAR NR 3

Multimetr:

$$U_z = \quad R_1 = \quad R_2 = \quad R_{wy,z} = 0,2 \Omega$$

Oszacowana wartość spadku napięcia na zadanym rezystorze ($R_{pom} = R_1$ lub R_2):

$$U_x = U_z \cdot \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2}$$

Wskazanie woltomierza:

$$U_{V1} =$$

Szacowanie wartości błędu systematycznego bezwzględnego (Δ_{RV1}) i względnego (δ_{RV1}):

$$\Delta_{RV1}(U_x) = U_{V1} - U_x$$

$$\delta_{RV1} = \frac{\Delta_{RV1}(U_x)}{U_x} \cdot 100\%$$

Szacowanie standardowej niepewności bezwzględnej ($u_B(U_{V1})$) i względnej ($u_{B,r}(U_{V1})$):

$$a = \quad b = \quad c = \quad d = \quad U_{N,V1} =$$

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{N,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad / \quad u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right)$$

$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

Porównać wartość względnej standardowej niepewności $u_{B,r}(U_{V1})$ wskazania woltomierza z wartością błędu systematycznego względnego δ_{RV1} pomiaru tego napięcia.

$$u_{B,r}(U_{V1}) \quad \delta_{RV1}$$

POMIAR NR 4

Multimetr:

$$U_z = \quad R_1 = \quad R_2 = \quad R_{wy,z} = 0,2 \Omega$$

Oszacowana wartość spadku napięcia na zadanym rezystorze ($R_{pom} = R_1$ lub R_2):

$$U_x = U_z \cdot \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2}$$

Wskazanie woltomierza:

$$U_{V1} =$$

Szacowanie wartości błędu systematycznego bezwzględnego (Δ_{RV1}) i względnego (δ_{RV1}):

$$\Delta_{RV1}(U_x) = U_{V1} - U_x$$

$$\delta_{RV1} = \frac{\Delta_{RV1}(U_x)}{U_x} \cdot 100\%$$

Szacowanie standardowej niepewności bezwzględnej ($u_B(U_{V1})$) i względnej ($u_{B,r}(U_{V1})$):

a = b = c = d = $U_{N,V1} =$

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{N,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad / \quad u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right)$$

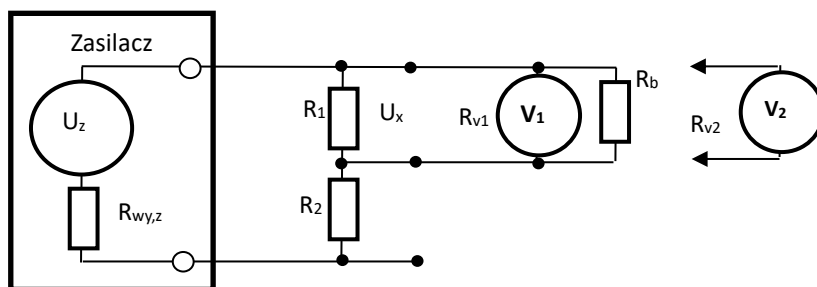
$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

Porównać wartość względnej standardowej niepewności $u_{B,r}(U_{V1})$ wskazania woltomierza z wartością błędu systematycznego względnego δ_{RV1} pomiaru tego napięcia.

$u_{B,r}(U_{V1})$ δ_{RV1}

ZADANIE DODATKOWE

W celu sprawdzenia wskazania napięcia po podłączeniu do niego równolegle dodatkowego woltomierza (bocznika) o rezystancji $R_{V2,nom} =$. Rezystancja wejściowa woltomierza V_2 powinna być mniejsza od rezystancji woltomierza V_1 : $R_{V2,nom} < R_{V1,nom}$



Rys. 2. Uproszczony schemat układu do sprawdzania wskazania pomiaru napięcia po podłączeniu dodatkowego analogowego woltomierza V_2

Zaobserwować wskazanie U_{V1} woltomierza V_1 i U_{V2} woltomierza V_2 . Zapisać wyniki pomiarów i spostrzeżenia.

$U_{V1} =$

$U_{V2} =$

Spostrzeżenia:

III. WNIOSKI

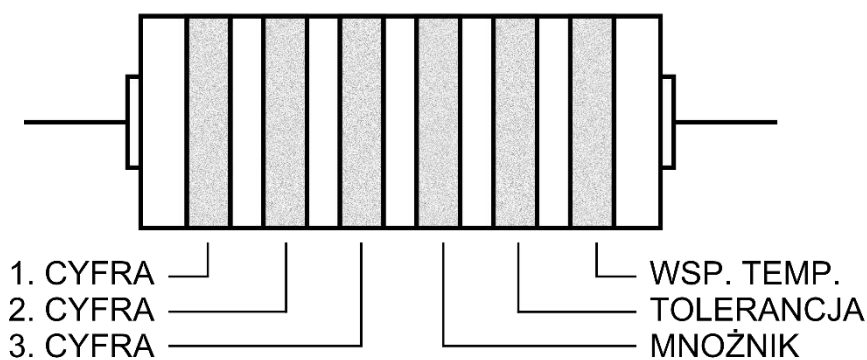
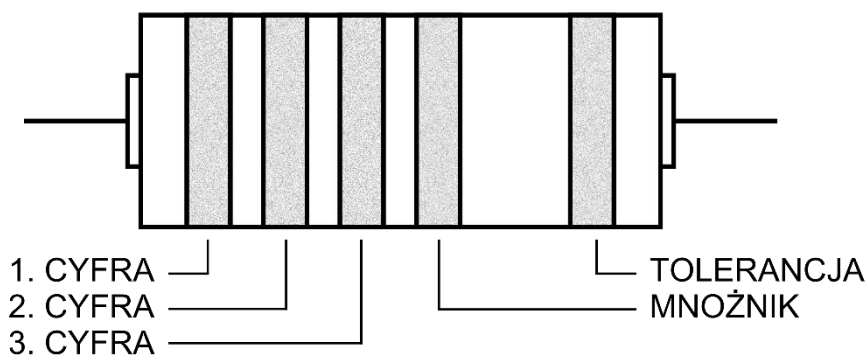
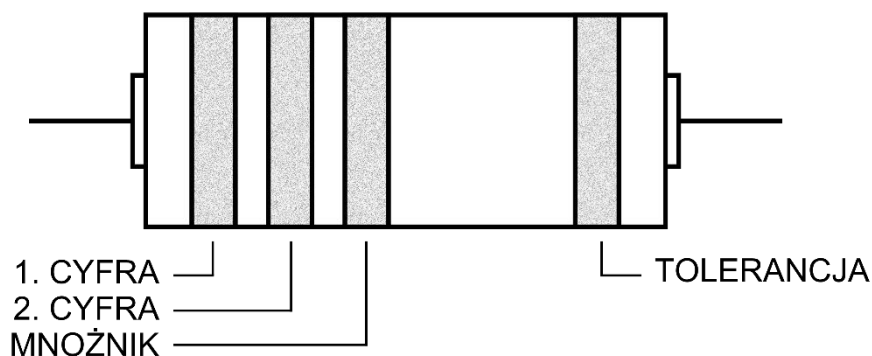
IV. PYTANIA KONTROLNE

1. Podać najważniejsze parametry metrologiczne woltomierza DC.
2. Oszacować standardową niepewność typu B ($u_B(U_V)$) wyniku pomiaru napięcia przy następujących założeniach: zakres pomiarowy $U_{n,V} = 2 \text{ V}$, wskazanie woltomierza (odczyt) $U_V = 1,583 \text{ V}$, dopuszczalne graniczne wartości odchyłeń wskazań woltomierza wynoszą: $a = \pm 0,04\%$ od odczytu (wskazania), $b = \pm 0,025\%$ od zakresu. Przyjąć jednostajny rozkład prawdopodobieństwa odchyłeń wskazań woltomierza w przedziale wartości granicznych.
3. Oszacować względną standardową niepewność $u_{B,rel}(U_V)$ wskazania woltomierza (odczyt) $U_V = 1,583 \text{ V}$, jeśli oszacowana metodą typu B standardową niepewność wyniku pomiaru $u_B(U_V) = 1,23 \text{ mV}$.
4. Jak wpływa rezystancja woltomierza na wartość błędu systematycznego pomiaru napięcia? Podać i przeanalizować wzór.
5. Oszacować wartość systematycznego błędu względnego pomiaru napięcia woltomierzem napięcia DC w obwodzie elektrycznym z następującymi wartościami rezystancji: rezystancja, na której jest mierzone napięcie, $R_{1,nom} = 100 \text{ k}\Omega$, ekwiwalentna rezystancja reszty obwodu względem rezystancji mierzonej $R_{o,e} = 200 \text{ k}\Omega$, nominalna rezystancja wejściowa woltomierza $R_{v,nom} = 1 \text{ M}\Omega$.

LITERATURA

1. Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik. Główny Urząd Miar. 1999.
2. Taylor J.R.: Wstęp do analizy błęd pomiarowego. Warszawa: PWN, 1995.
3. Turzeniecka D.: Ocena niepewności wyniku pomiarów. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997.

KODOWANIE WARTOŚCI REZYSTORÓW – KOD PASKOWY



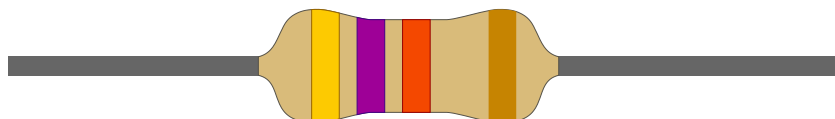
UWAGA!

Jeśli na obudowie rezystora są **tylko trzy paski**, to wszystkie trzy oznaczają rezystancję R (1. cyfra, 2. cyfra, mnożnik), a **tolerancja m** takiego rezystora wynosi $\pm 20\%$.

Tabela kodu paskowego

| KOLOR | CYFRA ZNACZĄCA | MNOŻNIK Ω | TOLERANCJA | TWR |
|--------------|----------------|------------------|------------|-----------|
| Brak | | | 20% | |
| Srebrny | | 10^{-2} | 10% | |
| Złoty | | 10^{-1} | 5% | |
| Czarny | 0 | 1 | | 250 ppm/K |
| Brazowy | 1 | 10 | 1% | 100 ppm/K |
| Czerwony | 2 | 10^2 | 2% | 50 ppm/K |
| Pomarańczowy | 3 | 10^3 | | 15 ppm/K |
| Żółty | 4 | 10^4 | | 25 ppm/K |
| Zielony | 5 | 10^5 | 0,5% | 20 ppm/K |
| Niebieski | 6 | 10^6 | 0,25% | 10 ppm/K |
| Fioletowy | 7 | 10^7 | 0,1% | 5 ppm/K |
| Szary | 8 | 10^8 | 0,05% | 1 ppm/K |
| Biały | 9 | 10^9 | | |

Przykład:



- Pasek 1 – kolor żółty → 1. cyfra przyjmuje wartość 4
- Pasek 2 – kolor fioletowy → 2. cyfra przyjmuje wartość 7
- Pasek 3 – kolor pomarańczowy → mnożnik wynosi $10^3 \Omega$
- Pasek 4 – kolor złoty → tolerancja wynosi 5%

Wartość rezystancji:

$$R = 47 \cdot 10^3 \Omega = 47 \text{ k}\Omega, \quad m = \pm 5\%$$