

Politechnika Rzeszowska Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych	Grupa	1	Data
Laboratorium Metrologii			
Ocena niepewności wyniku pomiaru metodą typu B	Nr ćwic.	2	Ocena
	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

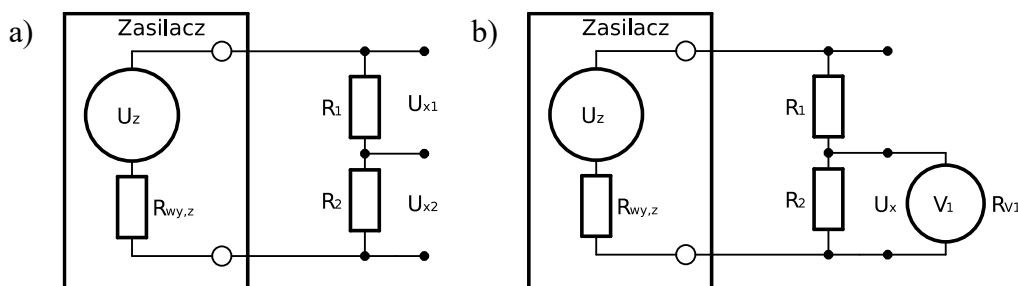
SPIS PRZYRZĄDÓW:

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. Uprozczone 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 ($\Delta_{R_{V1}}$) i względnego ($\delta_{R_{V1}}$):

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

$$\delta_{R_{V1}} = \frac{\Delta_{R_{V1}}(U_x)}{U_x} \cdot 100\%$$

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 =

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.

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

POMIAR NR 4

Multimetr:

$U_z =$

$R_1 =$

$R_2 =$

$R_{wy,z} = 0,2 \, \Omega$

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 =

$U_{N,V1} =$

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

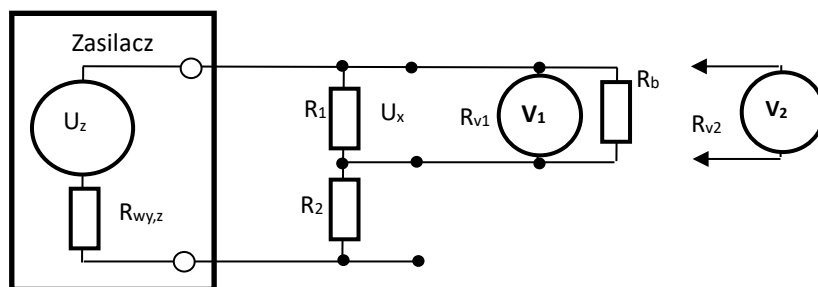
$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

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

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

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

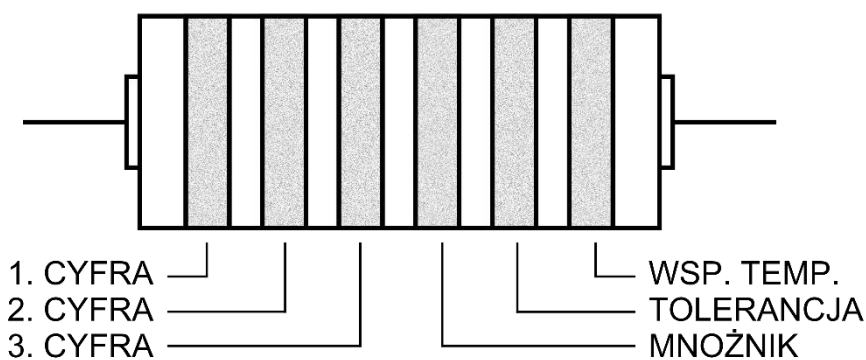
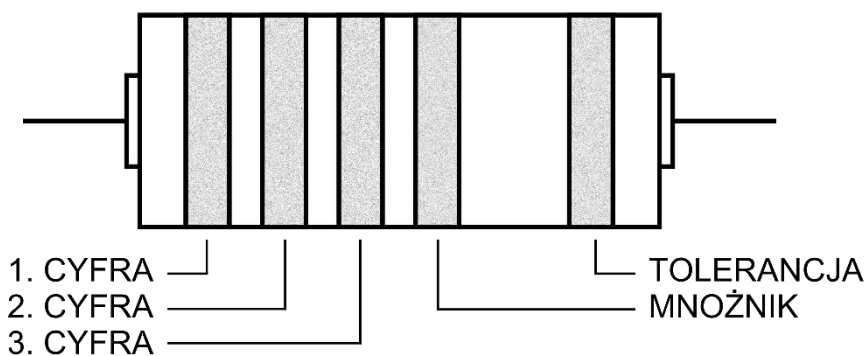
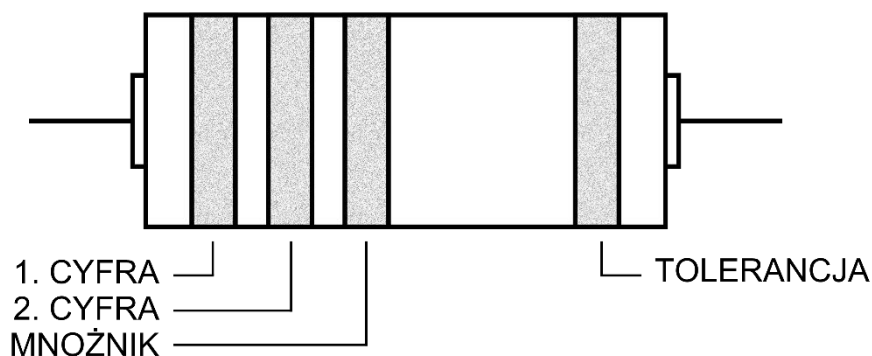
IV. PYTANIA KONTROLNE

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 błędu pomiarowego. Warszawa: PWN, 1995.
3. Turzeniecka D.: Ocena niepewności wyniku pomiarów. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997.

KODOWANIE WARTOŚCI REZYSTORÓW – KOD PASKOWY



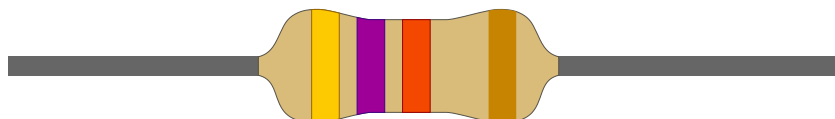
UWAGA!

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
Brązowy	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:

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