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

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

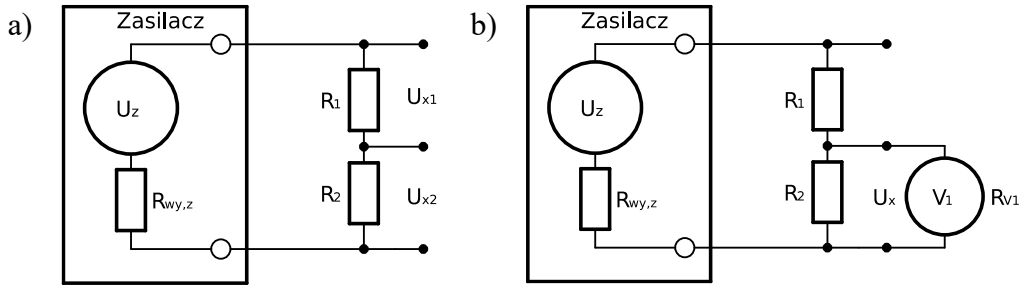
SPIS PRZYRZĄDÓW:

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 zadanym 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 ograniczaną 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:

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

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 ($\Delta_{R_{V1}}$) 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 = b = c = d = $U_{N,V1}$ =

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

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

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

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

POMIAR NR 2

Multimetr:

U_z = R_1 = R_2 = $R_{wy,z}$ = 0,2 **Ω**

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 ($\Delta_{R_{V1}}$) 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 = b = c = d = $U_{N,V1}$ =

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

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

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

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

POMIAR NR 3

Multimetr:

U_z = R_1 = R_2 = $R_{wy,z}$ = 0,2 **Ω**

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 ($\Delta_{R_{V1}}$) 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 = 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 $\delta_{R_{V1}}$ pomiaru tego napięcia.

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

POMIAR NR 4

Multimetr:

U_z = R_1 = R_2 = $R_{wy,z}$ = 0,2 **Ω**

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 ($\Delta_{R_{V1}}$) 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 = b = c = d = $U_{N,V1}$ =

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

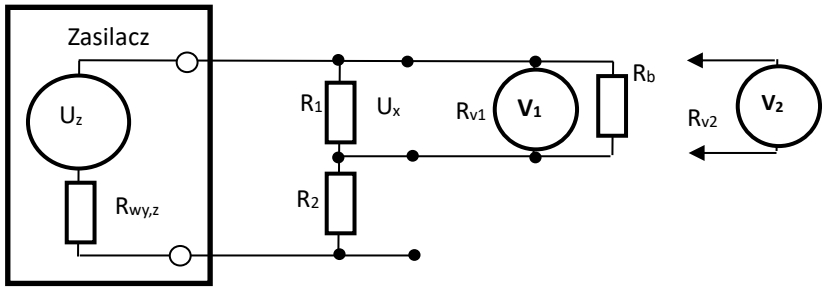
$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

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

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

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 V2

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

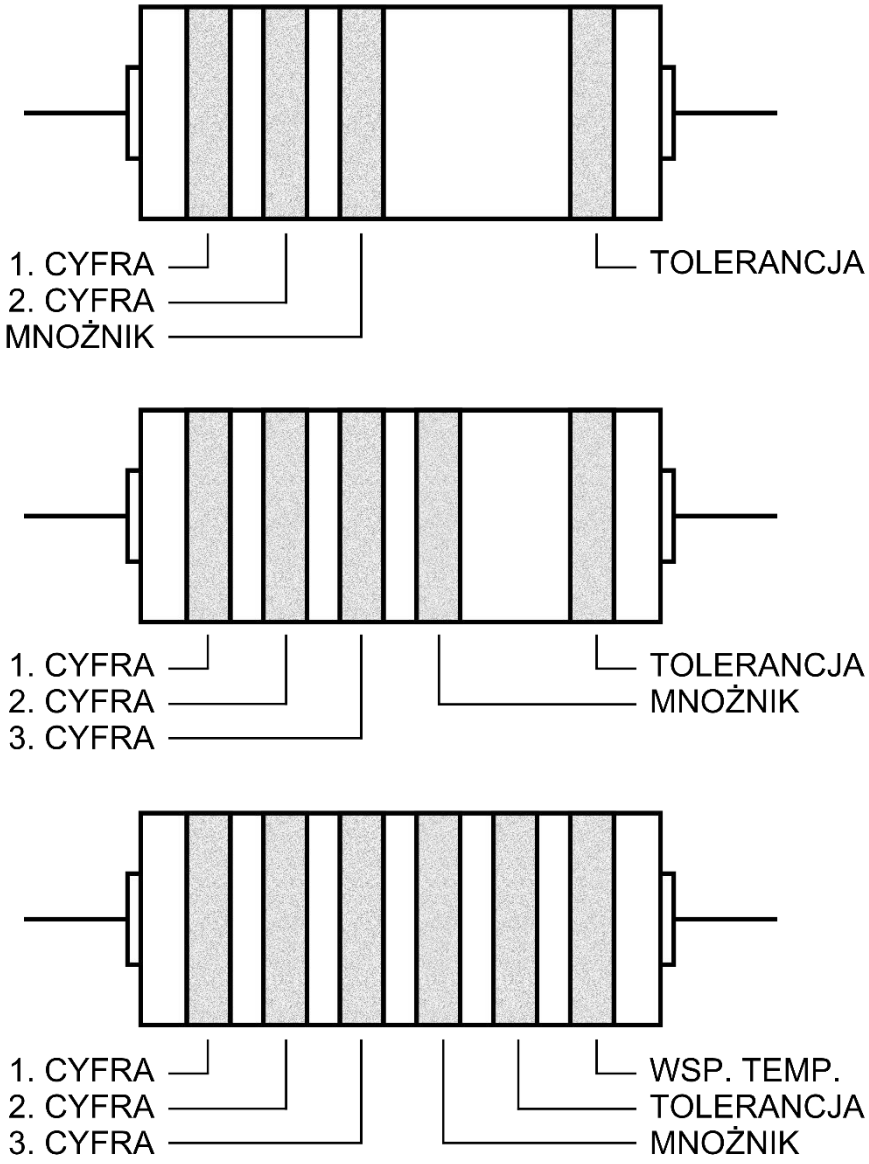
1. Podać najważniejsze parametry metrologiczne woltomierza DC.
2. Oszacować standardową niepewność typu B ($u_B(U_V)$) wyniku pomiaru napięcia przy następnych założeniach: zakres pomiarowy $U_{n,V} = 2$ V, wskazanie woltomierza (odczyt) $U_V = 1{,}583$ V, dopuszczalne graniczne wartości odchyleń wskazań woltomierza wynoszą: a = ± 0,04% od odczytu (wskazania), b = ± 0,025% od zakresu. Przyjęć jednostajny rozkład prawdopodobieństwa odchyleń wskazań woltomierza w przedziale wartości granicznych.
3. Oszacować względną standardową niepewność $u_{B,rel}(U_V)$ wskazania woltomierza (odczyt) $U_V = 1{,}583$ V, jeśli oszacowana metodą typu B standardową niepewność wyniku pomiaru $u_B(U_V) = 1{,}23$ 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 następnymi wartościami rezystancji: rezystancja, na której jest mierzone napięcie, $R_{1,nom} = 100$ kΩ, ekwiwalentna rezystancja reszty obwodu względem rezystancji mierzonej $R_{o,e} = 200$ kΩ, nominalna rezystancja wejściowa woltomierza $R_{v,nom} = 1$ MΩ.

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.

Załącznik nr 1

KODOWANIE WARTOŚCI REZYSTORÓW – KOD PASKOWY



UWAGA!

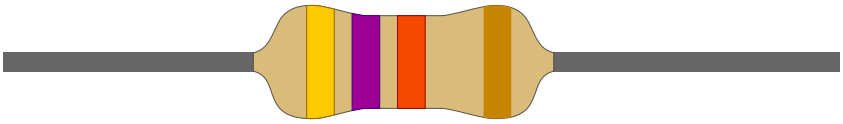
Jeśli na obudowie rezystora są **tylko trzy paski**, to wszystkie trzy oznaczają rezystancję *R* (1. cyfra, 2. cyfra, mnożnik), a **tolerancja** *m* takiego rezystora wynosi ±20%.

Załącznik nr 2

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 Ω
Pasek 4 – kolor złoty → tolerancja wynosi 5%

Wartość rezystancji:

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