

<b>Politechnika Rzeszowska</b> <b>Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych</b>	Grupa	1 .....	Data
<b>Laboratorium Podstaw Metrologii</b>		2 .....	
<b>Ocena niepewności wyniku pomiaru metodą typu B</b>	Nr ćwicz.	3 .....	<b>Ocena</b>
	<b>3</b>	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

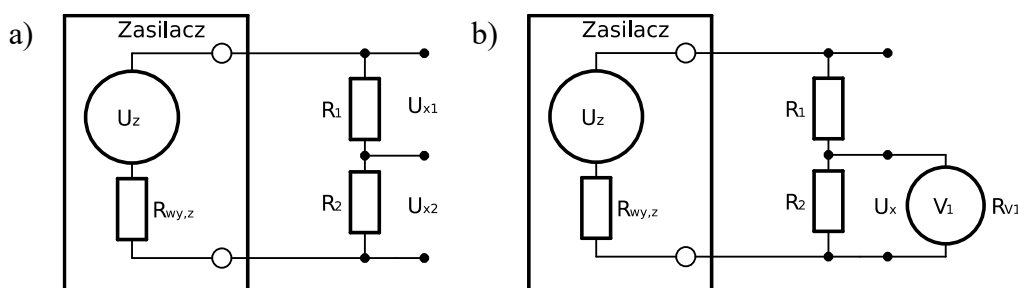
#### SPIS PRZYRZĄDÓW:

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 ( $\Delta_{RV1}$ ) i względnego ( $\delta_{RV1}$ ):

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

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

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  $\delta_{RV1}$  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 ( $\Delta_{RV1}$ ) i względnego ( $\delta_{RV1}$ ):

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

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

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  $\delta_{RV1}$  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 ( $\Delta_{RV1}$ ) i względnego ( $\delta_{RV1}$ ):

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

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

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  $\delta_{RV1}$  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 ( $\Delta_{RV1}$ ) i względnego ( $\delta_{RV1}$ ):

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

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

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

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

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

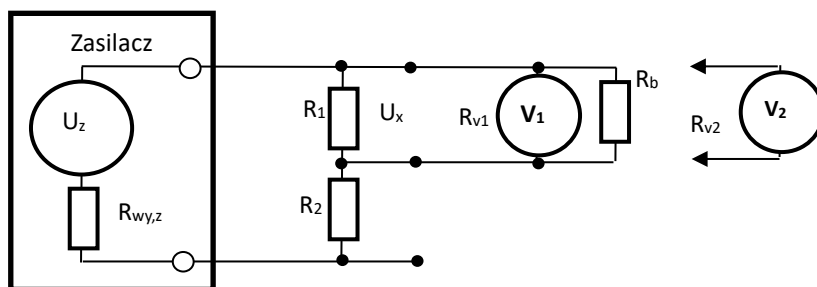
$$u_{B,r}(U_{V1}) = \frac{u_B(U_{V1})}{|U_{V1}|} \cdot 100\%$$

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

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

### ZADANIE DODATKOWE

W celu sprawdzenia wskazania napięcia po podłączeniu do niego równoległe 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

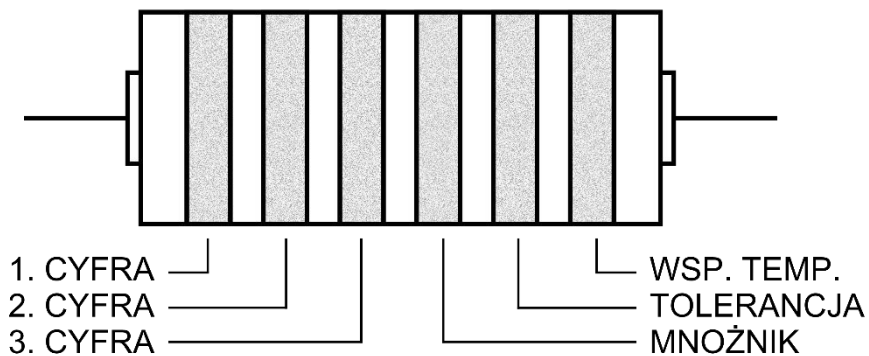
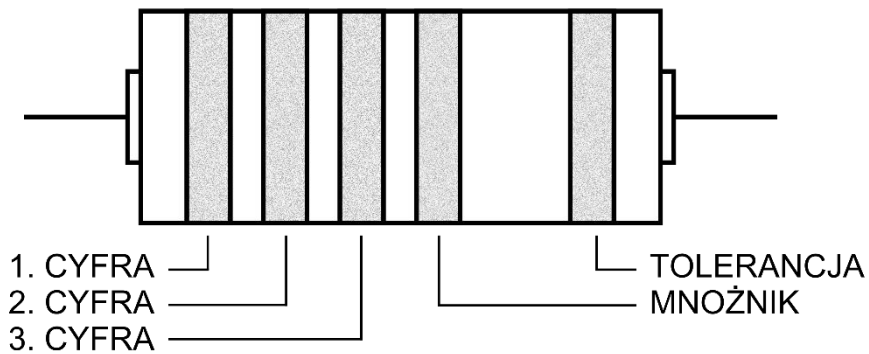
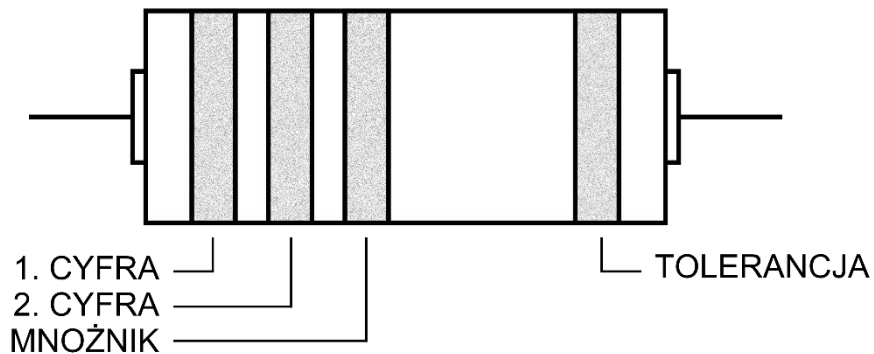
### IV. PYTANIA KONTROLNE

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,  $R_{l,nom} = 100 \text{ k}\Omega$ , 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!

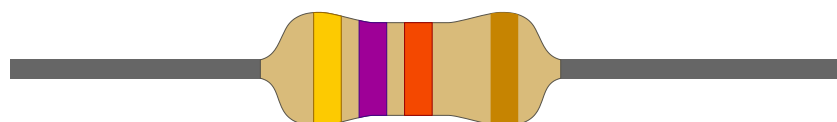
Jeśli na obudowie rezystora są **tylko trzy paski**, to wszystkie trzy oznaczają rezystancję  $R$  (1. cyfra, 2. cyfra, mnożnik), a **tolerancja  $m$**  takiego rezystora wynosi  $\pm 20\%$ .



Tabela kodu paskowego

KOLOR	CYFRA ZNACZĄCA	MNOŻNIK $\Omega$	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:

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