

<b>Politechnika Rzeszowska</b> <b>Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych</b> <b>Laboratorium Podstaw Metrologii</b>	Grupa	1.....	Data
<b>Ocena niepewności wyniku pomiaru metodą typu B</b>	Nr ćwicz.	2.....	<b>Ocena</b>
Oprac.: R. Tabisz, M. Dorozhovets, M. Nizioł, R. Chorzępa	<b>3</b>	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 analogowego.*

## II. ZAGADNIENIA

1. Podstawowe parametry metrologiczne przyrządów (woltomierze DC).
2. Ocena metodą typu B standardowej niepewności pomiaru.
3. Sprawdzanie wskazania pomiaru napięcia po podłączeniu dodatkowego woltomierza analogowego.

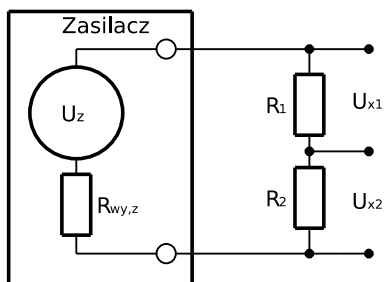
## III. PROGRAM ĆWICZENIA

1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji  $R_1$  i  $R_2$  zadanych rezystorów dzielnika.
2. Zestawić układ do pomiaru napięcia wg rys. 1. Zanotować w tabeli 1 podstawowe dane przyrządów używanych w trakcie ćwiczenia.
3. Według zadanej przybliżonej wartości napięcia zasilania  $U_z$  dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego  $V_1$  i po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania. Zanotować jego wartość ( $U_z$ ).
4. Dla zmierzonych wartości napięcia zasilającego  $U_z$  oraz wartości  $R_1$  i  $R_2$  rezystancji rezystorów dzielnika obliczyć wartość spadku napięcia  $U_x$  na danym rezystorze ( $R_1$  lub  $R_2$ ) (rys. 1,a).
5. Według obliczonej wartości napięcia  $U_x$  dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego  $V_1$  i po włączeniu zasilacza zaobserwować i zapisać w sprawozdaniu wynik pomiaru  $U_{V1}$ . Porównać uzyskany wynik  $U_{V1}$  z wynikiem obliczeń  $U_x$ .
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.
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.
8. Podłączając równolegle do woltomierza podstawowego  $V_1$  dodatkowy woltomierz analogowy  $V_2$  (docelowo z rezystancją wejściową mniejszą niż woltomierza  $V_1$ ,  $R_{V2,nom} < R_{V1,nom}$ ). Zaobserwować wskazania woltomierzy i zapisać je w sprawozdaniu.

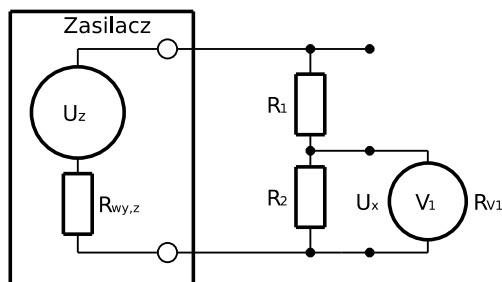
## IV. PRZEBIEG ĆWICZENIA

### 2. Układ pomiarowy:

(a)



(b)



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

**Dla pomiaru nr 1**

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

**2. Parametry zastosowanych przyrządów:**

**Tabela 1**

<b>Zas. Zasilacz napięcia DC</b>			
	Producent	Model	Rezystancja wyjściowa
	Zakres zmian napięcia wyjściowego:		Dopuszczalny prąd:
<b>V1</b>	<b>Multimetr - woltomierz cyfrowy: Producent:</b>		<b>Model:</b>
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V1} =$ [ ]	Rezystancja wejściowa (nominalna) $R_{V1,nom} =$ [MΩ];	
	Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ [%]; Od zakresu: $b = \pm$ [%] lub $c = \pm$ [z].		Rozdzielczość (wartość cyfry najmniej znaczącej): $d =$ [V]
<b>V2</b>	<b>Woltomierz analogowy: Producent:</b>		<b>Model:</b>
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V2} =$ [V]	Prąd maksymalny: $I_{n,V2} =$ [A]	
	Rezystancja wejściowa woltomierza analogowego $R_{V2,nom} =$ [kΩ].		
<b>R1</b>	<b>Rezystor <math>R_1</math></b>		<b>Typ:</b>
	Rezystancja nominalna: $R_{1,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_1 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	
<b>R2</b>	<b>Rezystor <math>R_2</math></b>		<b>Typ:</b>
	Rezystancja nominalna: $R_{2,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_2 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	

**3. Wyniki pomiarów i obliczeń**

3.1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji  $R_1$  i  $R_2$  zadanych rezystorów dzielnika.

$$R_1 = \quad [\Omega]; \quad R_2 = \quad [\Omega];$$

3.2. Zestawić układ do pomiaru napięcia wg rys. 1. Zanotować w tabeli 1 podstawowe dane używanych w układzie przyrządów. Według zadanej przez prowadzącego przybliżonej wartości napięcia zasilania  $U_z \approx$  [V] dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1. Po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania i zanotować jego wartość  $U_z =$  [V]. Dla nastawionej wartości napięcia zasilającego  $U_z =$  [V] i rezystancji wyjściowej  $R_{wy,z} = 0,2 [\Omega]$  oraz wartości rezystancji rezystorów  $R_1, R_2$  dzielnika (rys. 1,a) oszacować wartość  $U_x$  napięcia mierzonego na zadanym przez prowadzącego rezystorze  $R_{pom}$  ( $R_1$  lub  $R_2$ ):

$$U_x = U_z \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2} = \quad [V],$$

3.3. Dobrać odpowiedni zakres pomiarowy  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego V1 i przeprowadzić

pomiar spadku napięcia na zadanym rezystorze:

$$U_{V1} = \quad \quad \quad [\text{V}].$$

Porównać wskazanie  $U_{V1}$  woltomierza z obliczoną wartością napięcia  $U_x$ .

3.4. Oszacować wartości błędu systematycznego bezwzględnego i względnego wyników pomiaru spadku napięcia spowodowanego równoległym podłączeniem woltomierza do rezystora:

$$\Delta_{R_{V1}}(U_x) = U_{V1} - U_x = \quad \quad \quad - \quad \quad \quad [\text{V}] = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

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

3.5. Na podstawie znajomości zakresu pomiarowego  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego, jego wskazania  $U_{V1}$ , oraz wartości współczynników  $a = \pm \quad \quad \%$  i  $b = \pm \quad \quad \%$  lub  $c = \pm \quad \quad$  (d) metodą typu B oszacować standardową niepewność bezwzględną  $u_B(U_{V1})$  i względną  $u_{B,r}(U_{V1})$  wskazania woltomierza:

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{n,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \frac{\quad \quad \quad + \quad \quad \quad}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

$$\text{lub } u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{\quad \quad \quad}{100\%} + \quad \quad \cdot \quad \quad \right) = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

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

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

### Dla pomiaru nr 2

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

#### 2. Parametry zastosowanych przyrządów:

**Tabela 1**

<b>Zas. Zasilacz napięcia DC</b>			
	Producent	Model	Rezystancja wyjściowa
	Zakres zmian napięcia wyjściowego:		Dopuszczalny prąd:
<b>V1</b>	<b>Multimetr - woltomierz cyfrowy:</b> Producent:		Model:
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V1} =$ [ ]	Rezystancja wejściowa (nominalna) $R_{V1,nom} =$ [MΩ];	
	Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ [%]; Od zakresu: $b = \pm$ [%] lub $c = \pm$ [z].	Rozdzielczość (wartość cyfry najmniej znaczącej): $d =$ [V]	
<b>V2</b>	<b>Woltomierz analogowy:</b> Producent:		Model:
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V2} =$ [V]	Prąd maksymalny: $I_{n,V2} =$ [A]	
	Rezystancja wejściowa woltomierza analogowego $R_{V2,nom} =$ [kΩ].		
<b>R1</b>	<b>Rezystor <math>R_1</math></b> Typ:		
	Rezystancja nominalna: $R_{1,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_1 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	
<b>R2</b>	<b>Rezystor <math>R_2</math></b> Typ:		
	Rezystancja nominalna: $R_{2,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_2 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	

#### 3. Wyniki pomiarów i obliczeń

3.1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji  $R_1$  i  $R_2$  zadanych rezystorów dzielnika.

$$R_1 = \quad [\Omega]; \quad R_2 = \quad [\Omega];$$

3.2. Zestawić układ do pomiaru napięcia wg rys. 1. Zanotować w tabeli 1 podstawowe dane używanych w układzie przyrządów. Według zadanej przez prowadzącego przybliżonej wartości napięcia zasilania  $U_z \approx$  [V] dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1 i po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania i zanotować jego wartość  $U_z =$  [V]. Dla nastawionej wartości napięcia zasilającego  $U_z =$  [V] i rezystancji wyjściowej  $R_{wy,z} = 0,2 [\Omega]$  oraz wartości rezystancji rezystorów  $R_1$ ,  $R_2$  dzielnika (rys. 1,a) oszacować wartość  $U_x$  napięcia mierzonego na danym przez prowadzącego rezystorze  $R_{pom}$  ( $R_1$  lub  $R_2$ ):

$$U_x = U_z \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2} = \quad [V],$$

3.3. Dobrać odpowiedni zakres pomiarowy  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego V1 i przeprowadzić

pomiar spadku napięcia na zadanym rezystorze:

$$U_{V1} = \quad \quad \quad [\text{V}].$$

Porównać wskazanie  $U_{V1}$  woltomierza z obliczoną wartością napięcia  $U_x$ .

3.4. Oszacować wartości błędu systematycznego bezwzględnego i względnego wyników pomiaru spadku napięcia spowodowanego równoległym podłączeniem woltomierza do rezystora:

$$\Delta_{R_{V1}}(U_x) = U_{V1} - U_x = \quad \quad \quad - \quad \quad \quad [\text{V}] = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

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

3.5. Na podstawie znajomości zakresu pomiarowego  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego, jego wskazania  $U_{V1}$ , oraz wartości współczynników  $a = \pm \quad \quad \%$  i  $b = \pm \quad \quad \%$  lub  $c = \pm \quad \quad$  (d) metodą typu B oszacować standardową niepewność bezwzględną  $u_B(U_{V1})$  i względną  $u_{B,r}(U_{V1})$  wskazania woltomierza:

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{n,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \frac{\quad \quad \quad + \quad \quad \quad}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

$$\text{lub } u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{\quad \quad \quad}{100\%} + \quad \quad \cdot \quad \quad \right) = \quad \quad \quad [\text{V}];$$

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

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

### Dla pomiaru nr 3

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

## 2. Parametry zastosowanych przyrządów:

**Tabela 1**

<b>Zas. Zasilacz napięcia DC</b>			
	Producent	Model	Rezystancja wyjściowa
	Zakres zmian napięcia wyjściowego:		Dopuszczalny prąd:
<b>V1</b>	<b>Multimetr - woltomierz cyfrowy:</b> Producent:		Model:
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V1} =$ [ ]	Rezystancja wejściowa (nominalna) $R_{V1,nom} =$ [MΩ];	
	Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ [%]; Od zakresu: $b = \pm$ [%] lub $c = \pm$ [z].	Rozdzielczość (wartość cyfry najmniej znaczącej): $d =$ [V]	
<b>V2</b>	<b>Woltomierz analogowy:</b> Producent:		Model:
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V2} =$ [V]	Prąd maksymalny: $I_{n,V2} =$ [A]	
	Rezystancja wejściowa woltomierza analogowego $R_{V2,nom} =$ [kΩ].		
<b>R1</b>	<b>Rezystor <math>R_1</math></b> Typ:		
	Rezystancja nominalna: $R_{1,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_1 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	
<b>R2</b>	<b>Rezystor <math>R_2</math></b> Typ:		
	Rezystancja nominalna: $R_{2,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_2 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	

## 3. Wyniki pomiarów i obliczeń

3.1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji  $R_1$  i  $R_2$  zadanych rezystorów dzielnika.

$$R_1 = \quad [\Omega]; \quad R_2 = \quad [\Omega];$$

3.2. Zestawić układ wg rys. 1 do pomiaru napięcia. Zanotować w tabeli 1 podstawowe dane używanych w układzie przyrządów. Według zadanej przez prowadzącego przybliżonej wartości napięcia zasilania  $U_z \approx$  [V] dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1 i po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania i zanotować jego wartość  $U_z =$  [V]. Dla nastawionej wartości napięcia zasilającego  $U_z =$  [V] i rezystancji wyjściowej  $R_{wy,z} = 0,2$  [Ω] oraz wartości rezystancji rezystorów  $R_1$ ,  $R_2$  dzielnika (rys. 1,a) oszacować wartość  $U_x$  napięcia mierzonego na danym przez prowadzącego rezystorze  $R_{pom}$  ( $R_1$  lub  $R_2$ ):

$$U_x = U_z \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2} = \quad [V],$$

3.3. Dobrać odpowiedni zakres pomiarowy  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego V1 i przeprowadzić pomiar spadku napięcia na danym rezystorze:

$$U_{V1} = \quad [\text{V}].$$

Porównać wskazanie  $U_{V1}$  woltomierza z obliczoną wartością napięcia  $U_x$ .

3.4. Oszacować wartości błędu systematycznego bezwzględnego i względnego wyników pomiaru spadku napięcia spowodowanego równoległym podłączeniem woltomierza do rezystora:

$$\Delta_{R_{V1}}(U_x) = U_{V1} - U_x = \quad - \quad [\text{V}] = \quad [\text{V}];$$

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

3.5. Na podstawie znajomości zakresu pomiarowego  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego, jego wskazania  $U_{V1}$ , oraz wartości współczynników  $a = \pm \quad \%$  i  $b = \pm \quad \%$  lub  $c = \pm \quad (d)$  metodą typu B oszacować standardową niepewność bezwzględną  $u_B(U_{V1})$  i względną  $u_{B,r}(U_{V1})$  wskazania woltomierza:

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{n,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \frac{\quad + \quad}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \quad [\text{V}];$$

$$\text{lub } u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{\quad}{100\%} + \quad \right) = \quad [\text{V}];$$

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

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

### Dla pomiaru nr 4

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

#### 2. Parametry zastosowanych przyrządów:

**Tabela 1**

<b>Zas. Zasilacz napięcia DC</b>			
	Producent	Model	Rezystancja wyjściowa
	Zakres zmian napięcia wyjściowego:		Dopuszczalny prąd:
<b>V1</b>	<b>Multimetr - woltomierz cyfrowy: Producent:</b>		<b>Model:</b>
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V1} =$ [ ]	Rezystancja wejściowa (nominalna) $R_{V1,nom} =$ [MΩ];	
	Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ [%]; Od zakresu: $b = \pm$ [%] lub $c = \pm$ [z].	Rozdzielczość (wartość cyfry najmniej znaczącej): $d =$ [V]	
<b>V2</b>	<b>Woltomierz analogowy: Producent:</b>		<b>Model:</b>
	Zakres pomiarowy: $U_{n,V2} =$ [V]	Prąd maksymalny: $I_{n,V2} =$ [A]	
	Rezystancja wejściowa woltomierza analogowego $R_{V2,nom} =$ [kΩ].		
<b>R1</b>	<b>Rezystor <math>R_1</math></b>		<b>Typ:</b>
	Rezystancja nominalna: $R_{1,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_1 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	
<b>R2</b>	<b>Rezystor <math>R_2</math></b>		<b>Typ:</b>
	Rezystancja nominalna: $R_{2,nom} =$ [MΩ]	Tolerancja: $m_2 = \pm$ [%]	Moc P = [ ]
	Dopuszczalny prąd: $I =$ [ ]	Dopuszczalne napięcie: $U =$ [ ]	

#### 3. Wyniki pomiarów i obliczeń

3.1. Za pomocą multimetru zmierzyć wartości rezystancji  $R_1$  i  $R_2$  zadanych rezystorów dzielnika.

$$R_1 = \quad [\Omega]; \quad R_2 = \quad [\Omega];$$

3.2. Zestawić układ wg rys. 1 do pomiaru napięcia. Zanotować w tabeli 1 podstawowe dane używanych w układzie przyrządów. Według zadanej przez prowadzącego przybliżonej wartości napięcia zasilania  $U_z \approx$  [V] dobrać odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza cyfrowego V1 i po włączeniu zasilacza nastawić napięcie zasilania i zanotować jego wartość  $U_z =$  [V]. Dla nastawionej wartości napięcia zasilającego  $U_z =$  [V] i rezystancji wyjściowej  $R_{wy,z} = 0,2$  [Ω] oraz wartości rezystancji rezystorów  $R_1$ ,  $R_2$  dzielnika (rys. 1,a) oszacować wartość  $U_x$  napięcia mierzonego na zadanym przez prowadzącego rezystorze  $R_{pom}$  ( $R_1$  lub  $R_2$ ):

$$U_x = U_z \frac{R_{pom}}{R_1 + R_2} = \quad [V],$$

3.3. Dobrać odpowiedni zakres pomiarowy  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego V1 i przeprowadzić pomiar spadku napięcia na zadanym rezystorze:

$$U_{V1} = \quad [V].$$



Porównać wskazanie  $U_{V1}$  woltomierza z obliczoną wartością napięcia  $U_x$ .

3.4. Oszacować wartości błędu systematycznego bezwzględnego i względnego wyników pomiaru spadku napięcia spowodowanego równoległym podłączeniem woltomierza do rezystora:

$$\Delta_{R_{V1}}(U_x) = U_{V1} - U_x = \quad - \quad [\text{V}] = \quad [\text{V}];$$

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

3.5. Na podstawie znajomości zakresu pomiarowego  $U_{n,V1}$  woltomierza cyfrowego, jego wskazania  $U_{V1}$ , oraz wartości współczynników  $a = \pm \quad \%$  i  $b = \pm \quad \%$  lub  $c = \pm \quad (\text{d})$  metodą typu B oszacować standardową niepewność bezwzględną  $u_B(U_{V1})$  i względną  $u_{B,r}(U_{V1})$  wskazania woltomierza:

$$u_B(U_{V1}) = \frac{a \cdot U_{V1} + b \cdot U_{n,V1}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \frac{\quad + \quad}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \quad [\text{V}];$$

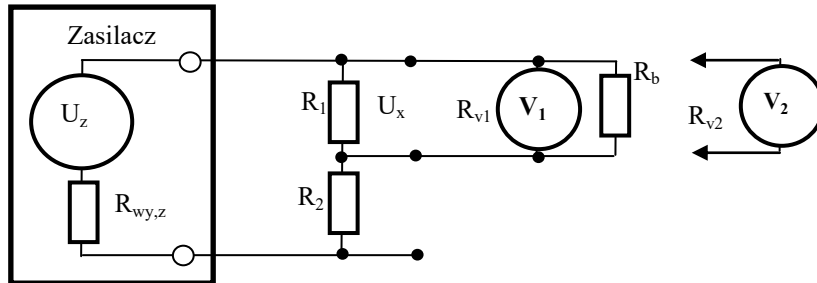
$$\text{lub } u_B(U_{V1}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{a \cdot U_{V1}}{100\%} + c \cdot d \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{\quad}{100\%} + \quad \right) = \quad [\text{V}];$$

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

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

Pomiary wykonywane wspólnie przez wszystkich członków danego zespołu

3.6. W celu sprawdzenia wskazania napięcia po podłączeniu do niego równolegle dodatkowego woltomierza analogowego (bocznika) o rezystancji  $R_{V2,nom} = \dots\dots [ \quad ]$ . Rezystancja wejściowa woltomierza V2 ma być mniejsza od rezystancji woltomierza V1:  $R_{V2,nom} < R_{V1,nom}$ .



Rys. 2. Uproszczony schemat układu do sprawdzania wskazania pomiaru napięcia po podłączeniu dodatkowego analogowego woltomierza V2

Zaobserwować wskazanie  $U_{V1}$  woltomierza cyfrowego V1 i  $U_{V2}$  woltomierza analogowego V2. Wyniki pomiarów i spostrzeżenia zapisać poniżej.

$$U_{V1} = \quad [V], \quad U_{V2} = \quad [V].$$

**Spostrzeżenia:**

**V. WNIOSKI**

**VI. PYTANIA KONTROLNE**

Parametry liczbowe w zagadnieniach będą zadawane indywidualnie!

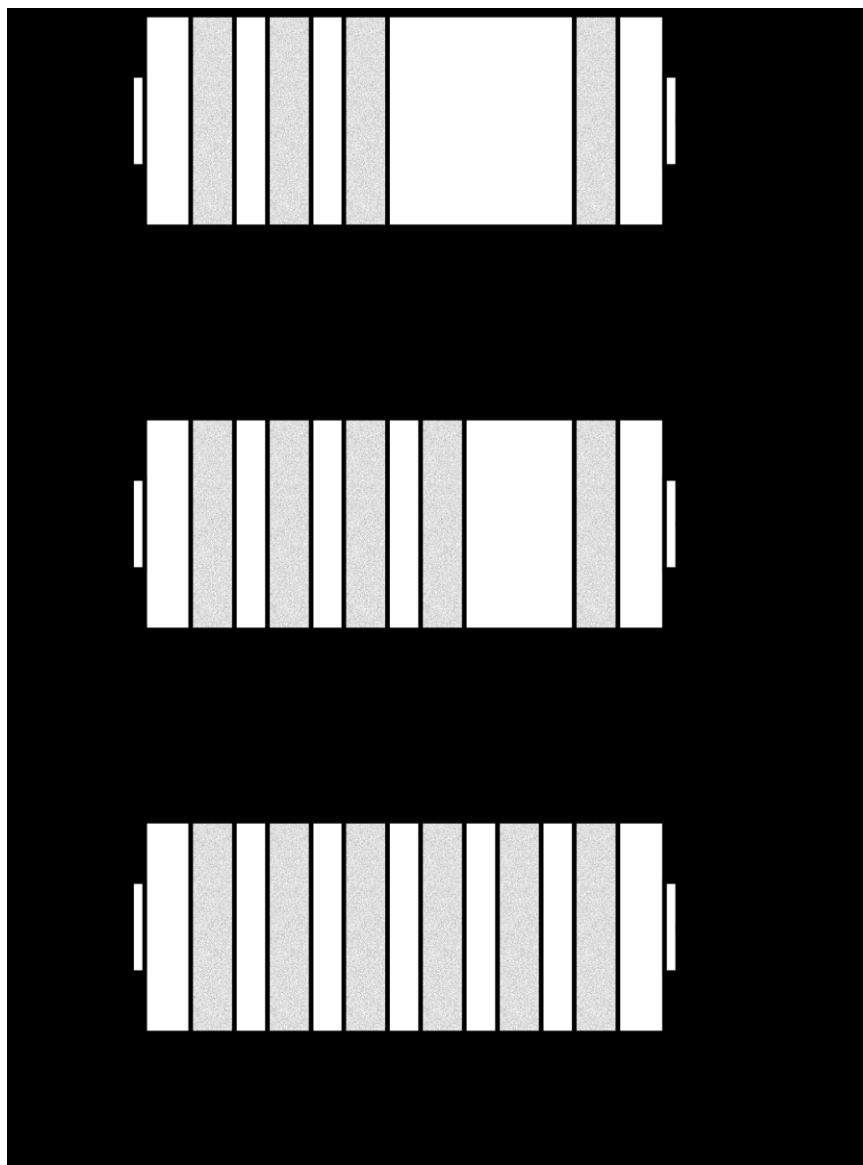
1. Podać najważniejsze parametry metrologiczne woltomierza DC.
2. Oszacować standardową niepewność typu B ( $u_B(U_V)$ ) wyniku pomiaru napięcia przy następujących założeniach: zakres pomiarowy  $U_{n,V}=2$  V, wskazanie woltomierza (odczyt)  $U_V=1,583$  V, dopuszczalne graniczne wartości odchyłeń wskazań 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)  $U_V=1,583$  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 następującymi wartościami rezystancji: rezystancja, na której jest mierzone napięcie,  $R_{1,nom}=100$  k $\Omega$ , ekwiwalentna rezystancja reszty obwodu względem rezystancji mierzonej  $R_{o,e}=200$  k $\Omega$ , nominalna rezystancja wejściowa woltomierza  $R_{v,nom}=1$  M $\Omega$ .

## LITERATURA

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

## KODOWANIE WARTOŚCI REZYSTORÓW – KOD PASKOWY



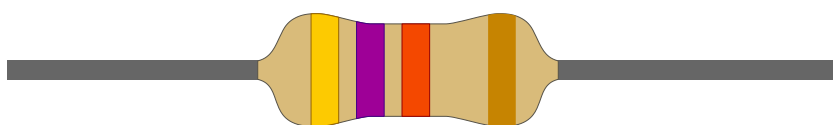
### **UWAGA!**

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 żółty → tolerancja wynosi 5%

Wartość rezystancji:

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