

EAIiB	Autor 1: Rafał Mazur Autor 2: Jakub Ficoń		Rok II	Grupa 5	Zespół 3
Temat: Mostek Wheatstone'a			Numer ćwiczenia: 32		
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do poprawki	Data oddania	Data zaliczenia	Ocena

1 Cel ćwiczenia

Praktyczne zastosowanie praw Kirchhoffa i sprawdzenie zależności określających opór zastępczy dla połączeń szeregowych, równoległych oraz mieszanych.

2 Wstęp teoretyczny

W załącznikach na końcu sprawozdania

3 Aparatura pomiarowa

1. Galwanometr
2. Zasilacz stabilizowany 3A/30V
3. Opornica dekadowa
4. Zestaw oporników wmontowanych na płytce
5. Listwa z drutem oporowym, zaopatrzona w przedziałkę milimetrową i kontakt ślizgowy
6. Zestaw kabli

4 Wykonanie ćwiczenia

1. Zbudowanie układu
2. Odpowiednie połączenie oporników wmontowanych na płytce
3. Wykonanie pomiarów dla różnych konfiguracji oporników (pojedynczo, szeregowo, równolegle)
4. Obliczenie oporu ze wzoru:

$$R_x = R_w \frac{a}{l_0 - a}$$

5 Opracowanie punktów 1,2,3

Opornik R_1										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
a $[mm]$	691	548	360	281	221	167	158	137	121	111
R_{x_1} $[\Omega]$	11.18	12.12	11.25	11.72	11.35	11.50	11.26	11.11	11.01	11.24
$\bar{R} = 11.37 [\Omega] \quad u(R) = 0.11 [\Omega]$										

Opornik R_2										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
a $[mm]$	831	698	600	527	468	422	383	351	326	302
R_{x_2} $[\Omega]$	49.17	46.23	45.00	44.57	43.98	43.81	43.45	43.27	43.53	43.27
$\bar{R} = 44.63 [\Omega] \quad u(R) = 0.17 [\Omega]$										

Opornik R_3										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
a $[mm]$	832	761	696	644	602	561	529	499	472	446
R_{x_3} $[\Omega]$	99.05	95.52	91.58	90.45	90.75	89.45	89.85	89.64	89.39	88.56
$\bar{R} = 91.42 [\Omega] \quad u(R) = 1.04 [\Omega]$										

Oporniki R_1 i R_2 szeregowo										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
a $[mm]$	752	663	592	537	488	443	414	386	359	338
$R_{x_{1,2}}$ $[\Omega]$	60.65	59.02	58.04	57.99	57.19	55.67	56.52	56.58	56.01	56.16
$\bar{R} = 57.38 [\Omega] \quad u(R) = 0.49 [\Omega]$										

Oporniki R_1 i R_2 równolegle										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
a $[mm]$	634	487	380	317	269	232	204	184	160	149
$R_{x_{1,2}}$ $[\Omega]$	8.66	9.49	9.19	9.28	9.20	9.06	8.97	9.02	8.57	8.75
$\bar{R} = 9.02 [\Omega] \quad u(R) = 0.11 [\Omega]$										

Oporniki R_1 i R_2 równolegle a R_3 szeregowo do nich										
Opór wzorcowy $[\Omega]$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
a $[mm]$	678	499	404	338	286	253	229	206	186	171
$R_{x_{1,2,3}}$ $[\Omega]$	105.28	99.60	101.68	102.11	100.14	101.61	103.96	103.78	102.83	103.14
$\bar{R} = 102.41 [\Omega] \quad u(R) = 0.12 [\Omega]$										

6 Opracowanie punktów 4,5,6

6.1 Połączenie szeregowo:

$$R_s = R_1 + R_2$$

$$u(R_z) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_z}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_z}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{u(R_1)^2 + u(R_2)^2}$$

	Opór zmierzony [Ω]	Opór wyliczony [Ω]
Średnia wartość	57.38	55.43
Niepewność	0.49	0.20

6.2 Połączenie równoległe:

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_z = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$u(R_z) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_z}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_z}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{R_1^2}{R_1^2 + R_2^2} u(R_2)\right)^2}$$

	Opór zmierzony [Ω]	Opór wyliczony [Ω]
Średnia wartość	9.02	9.06
Niepewność	0.11	0.16

6.3 Połączenie mieszane:

$$R_z = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$

$$u(R_z) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_z}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_z}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_z}{\partial R_3} u(R_3)\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{R_1^2}{R_1^2 + R_2^2} u(R_2)\right)^2 + (u(R_3))^2}$$

	Opór zmierzony [Ω]	Opór wyliczony [Ω]
Średnia wartość [Ω]	102.41	100.49
Niepewność	0.12	1.06

7 Porównanie oporów zmierzonych z oporami obliczonymi

Sprawdzenie czy średnie wartości oporu zmierzonego i wyliczonego są sobie równe w granicach błędu (Teoria pkt.9):

7.1 Połączenie szeregowe

$$\begin{aligned}|R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &= |57.38 [\Omega] - 56.00 [\Omega]| = 1.38 [\Omega] \\ u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone}) &= 2 \cdot \sqrt{u(R_{wyznaczone})^2 + u(R_{obliczone})^2} = 1.07 [\Omega] \\ |R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &> u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone})\end{aligned}$$

Wyznaczona wartość oporu zastępczego nie jest zgodna z wartością obliczoną.

7.2 Połączenie równoległe

$$\begin{aligned}|R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &= |9.02 [\Omega] - 9.06 [\Omega]| = 0.04 [\Omega] \\ u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone}) &= 2 \cdot \sqrt{u(R_{wyznaczone})^2 + u(R_{obliczone})^2} = 0.39 [\Omega] \\ |R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &< u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone})\end{aligned}$$

Wyznaczona wartość oporu zastępczego jest w granicach błędu równa wartości obliczonej.

7.3 Połączenie mieszane

$$\begin{aligned}|R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &= |102.41 [\Omega] - 100.49 [\Omega]| = 1.92 [\Omega] \\ u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone}) &= 2 \cdot \sqrt{u(R_{wyznaczone})^2 + u(R_{obliczone})^2} = 2.13 [\Omega] \\ |R_{wyznaczone} - R_{obliczone}| &< u(R_{wyznaczone} - R_{obliczone})\end{aligned}$$

Wyznaczona wartość oporu zastępczego jest w granicach błędu równa wartości obliczonej.

8 Wnioski

Korzystając z mostka Wheatstone'a wyznaczyliśmy nieznanne opory oporników oraz ich opory przy połączeniu szeregowym, równoległym i mieszanym. Niepewności otrzymane przy większości pomiarów są wystarczająco małe w stosunku do oporu aby uznać je za precyzyjne. Wyznaczone i obliczone wartości oporu zastępczego w połączeniu równoległym i mieszanym są sobie równe w granicach błędu, jednak dla połączenia szeregowego wartości nie są sobie równe w granicach błędu lecz są zadowalająco do siebie zbliżone. Wystąpienie błędu dla połączenia szeregowego może być spowodowane tym, że drut oporowy nie był idealnie prosty co przy niewielkim oporze opornika R_1 mogło spowodować błąd większy niż obliczona niepewność, jednak wartości oporu nie różniły się od siebie o zbyt wiele. Wynika z tego, że mostek Wheatstone'a jest dobrym narzędziem do mierzenia oporu, gdyż jedyny błąd jaki się pojawił był spowodowany nieidealnym drutem.

8.1 Wzory zastosowane w punkcie 6

Pierwsze dwa oporniki były podłączone równolegle więc stosuję wzór:

$$\frac{1}{R_{z1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

z którego otrzymuję, że:

$$R_{z1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Zastępuję więc oporniki R_1 i R_2 opornikiem o oporze R_{z1} który jest szeregowo połączony z R_3 z czego wynika że opór zastępczy układu wyniesie:

$$R_z = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$