

Meranie odporu

Úloha 1) Meranie odporu na Wheastonovom mostíku:

2) Výpočet parametrov Wheastonovho mostíka z nameraných hodnôt odporu

1. Teoretický úvod:

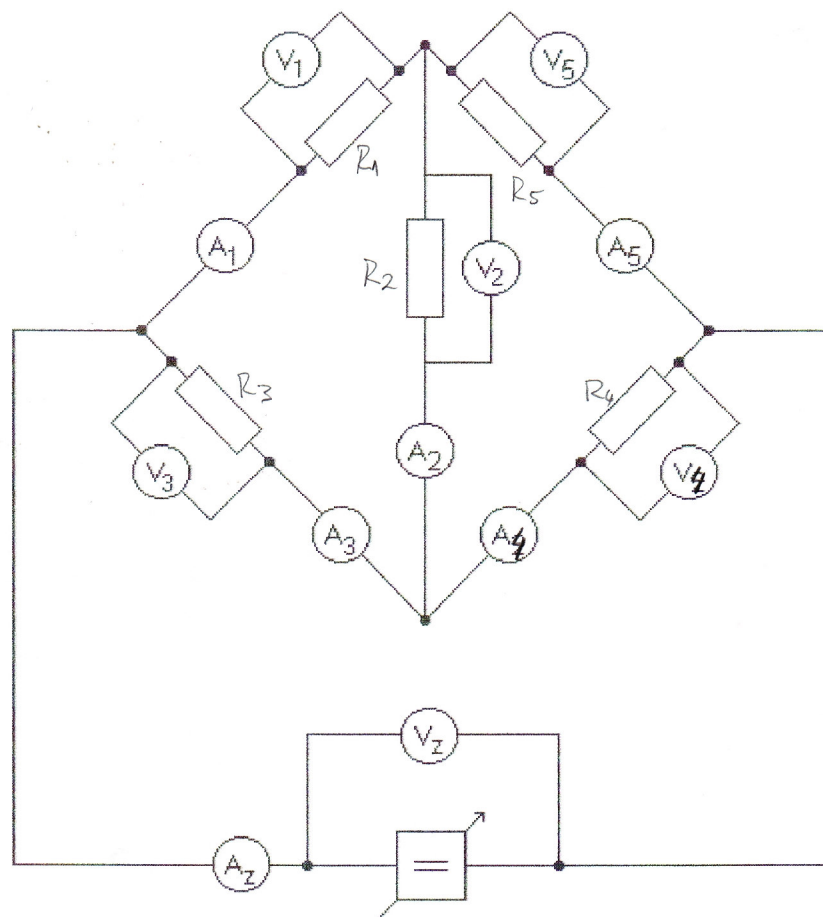
Návod na použitie predloženého Wheastonovho mostíka

Batériu pripojíme na svorku B, galvanometer na G a meraný odpor na X. Ak je prepínač v polohe 0 je batéria vypnutá. Ak je v polohe Z_1 je batéria zapnutá a galvanometer pripojený cez tlačidlo a odpor 100000Ω . V polohe Z_2 je odpor vyradený. Pomerové odpory sú dvojité a radia sa kolíkovým prepínačom. Meriame červene označenými a kontrolujeme modro označenými. Obvykle sa meria napätím 4V. Pri väčších odporoch môže byť napätie vyššie, ale je nutné kontrolovať, aby zaťaženie odporov kľúčových a pomerových neprekročilo dovolené hodnoty zapísané na schéme. Po meraní prepnete vždy prepínač na 0. Kľúčové prepínače sú dostupné po odstránení panelu. Približne raz za rok je potrebné kontakty vyčistiť.

Wheatsonov mostík sa používa pre laboratórne meranie veľkosti odporu. Teoretické, komplexné riešenie Wheastonovho mostíka, tj. určenie veľkosti prúdov a napätí na mostíku, vyžaduje znalosť transfigurácie (premena, pretvorenia). V praxi sa najčastejšie vyskytuje potreba nahradiť tzv. zapojenie do trojuholníka zapojením do hviezdy. Princíp transfigurácie, tj. premeny zapojenia v trojuholníku na zapojenie vo hviezde spočíva v tom, že výsledný odpor medzi koncovými bodmi 1, 2, 3 musí byť rovnaký.

Na meranie odporu používame tzv. vyvážený mostík. Základné zapojenie je zrejmé zo schémy. Obecne nemusíme používať termín odpor, ale môžeme hovoriť o impedancii. Povedzme, že impedancia Z_1 je neznáma ($Z_1 = Z_X$). Impedancie Z_2, Z_3, Z_4 meníme tak dlho, až kým diagonálou nepreteká žiadny prúd. V praxi to realizujeme tak, že do diagonály zapojíme multimeter prepnutý na najmenší možný rozsah ($200\mu A$).

2. Schéma zapojenia:



3. Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt:

Pre úlohu č.1:

Tabuľka pre maximálne dovolené napätia

Ω	A	V
4,9	0,25	1,225
8,5	0,25	2,125
22,8	0,25	5,7
1490	0,025	33
4640	0,025	33
6800	0,025	33
9840	0,025	33
478000	0,025	33
960000	0,025	33
3300000	0,025	33

Tabuľka vypočítaných odporov

Odhad.hod.	Ucc [V]	Icc [A]	R-vypočít
4,9 Ω	3	0,246	5 Ω
8,5 Ω	3	0,222	8,6 Ω
22,8 Ω	3	0,144	23,4 Ω
1,49 k Ω	36,3	0,025	1,43 k Ω
4,66 k Ω	36,3	0,016	4,5 k Ω
6,8 k Ω	36,3	0,005	6,6 k Ω
10 k Ω	36,3	0,004	9,57 k Ω
460 k Ω	36,3	-----	-----
1 M Ω	36,3	-----	-----
3 M Ω	36,3	-----	-----

Pre úlohu č.2:

$$R_{\text{celk}} = 9,3 \Omega \quad U_{\text{celk}} = 2,64 \text{ V} \quad I_{\text{celk}} = 285 \text{ mA}$$

$$R_{\text{vyp}} = 9,322 \Omega \quad U_{\text{vyp}} = 2,64 \text{ V} \quad I_{\text{vyp}} = 283 \text{ mA}$$

Pozícia	$R_{\text{men}} [\Omega]$	$R_z [\Omega]$	$I_{\text{vyp}} [\text{A}]$	odchýl. I	$I_{\text{zm}} [\text{A}]$	$U_{\text{vyp}} [\text{V}]$	odchýl. U	$U_{\text{zm}} [\text{V}]$
R ₁	5,1	5,3	0,182	18,13 %	0,215	0,967	4,45 %	0,924
R ₂	22	22,4	0,024	4,17 %	0,025	0,538	0,56 %	0,541
R ₃	15	15	0,1	1 %	0,099	1,5	1,53 %	1,477
R ₄	10,3	10,6	0,158	1,27 %	0,156	1,674	2,45 %	1,633
R ₅	8,2	9,0	0,125	4 %	0,12	1,125	5,60 %	1,062

4. Výpočet:

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{5,3 \cdot 15}{5,3 + 22,4 + 15} = 1,86 \Omega \quad R_D = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{22,4 \cdot 10,6}{22,4 + 10,6 + 9} = 5,65 \Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{5,3 \cdot 22,4}{5,3 + 22,4 + 15} = 2,78 \Omega \quad R_E = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{22,4 \cdot 9}{22,4 + 10,6 + 9} = 4,8 \Omega$$

$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{22,4 \cdot 15}{5,3 + 22,4 + 15} = 7,87 \Omega \quad R_F = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{10,6 \cdot 9}{22,4 + 10,6 + 9} = 2,27 \Omega$$

$$R = R_A + \frac{(R_B + R_4)(R_C + R_5)}{R_4 + R_5 + R_B + R_C} = 1,86 + \frac{(2,78 + 10,6)(7,87 + 9)}{10,6 + 9 + 2,78 + 7,87} = 9,322 \Omega \quad I = \frac{U}{R} = \frac{2,64}{9,322} = 0,283 \text{ A}$$

$$U_{RA} = I \cdot R_A = 1,86 \cdot 0,283 = 0,527 \text{ V}$$

$$U_1 = U - U_{RA} = 2,64 - 0,527 = 2,113 \text{ V}$$

$$I_{R4} = \frac{U_1}{R_B + R_4} = \frac{2,133}{2,78 + 10,6} = 0,158 \text{ A} \Rightarrow U_{R4} = I_{R4} \cdot R_4 = 0,158 \cdot 10,6 = 1,674 \text{ V}$$

$$I_{R5} = \frac{U_1}{R_C + R_5} = \frac{2,133}{7,87 + 9} = 0,125 \text{ A} \Rightarrow U_{R5} = I_{R5} \cdot R_5 = 0,125 \cdot 9 = 1,125 \text{ V}$$

$$U_{RF} = I \cdot R_F = 0,283 \cdot 2,27 = 0,642 \text{ V}$$

$$U_2 = U - U_{RF} = 2,64 - 0,642 = 1,998 \text{ V}$$

$$I_{R1} = \frac{U_2}{R_D + R_1} = \frac{1,998}{5,65 + 5,3} = 0,182 \text{ A} \Rightarrow U_{R1} = I_{R1} \cdot R_1 = 0,182 \cdot 5,3 = 0,967 \text{ V}$$

$$I_{R3} = \frac{U_2}{R_E + R_3} = \frac{1,998}{4,8 + 15} = 0,1 \text{ A} \Rightarrow U_{R3} = I_{R3} \cdot R_3 = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ V}$$

$$I_{R2} = I_{R1} - I_{R4} = 0,182 - 0,158 = 0,024 \text{ A} \Rightarrow U_{R2} = I_{R2} \cdot R_2 = 0,024 \cdot 22,4 = 0,538 \text{ V}$$

5. Vyhodnotenie merania:

Meraním sme zistili, že meranie odporov Wheastonovým mostíkom je veľmi presné. Výsledky merania sme porovnali s vypočítanými hodnotami a priemerná odchýlka bola približne tri percentá. V porovnaní s meraním klasickým multimetrom je táto metóda nepohodlná avšak v prípade potreby presného merania veľmi užitočná.