

Úloha č.2 – Meranie odporu rezistorov

Vladimír Domček
394013
Skupina č.8

Astrofyzika
2. semester
15.3.2012

Laboratórne podmienky:

Teplota: 22,6 °C
Tlak: 100 kPa
Vlhkosť: 48%

1 Zadanie

Určenie odporu 2 rezistorov pomocou metódy A (Obr.1) a metódy B (Obr.2)
V-A charakteristika žiarovky v rozsahu 0-24 V

2 Pomôcky

2 rezistory, žiarovka, ručičkový ampérmeter, digitálny voltmeter, vodiče, zdroj napätia

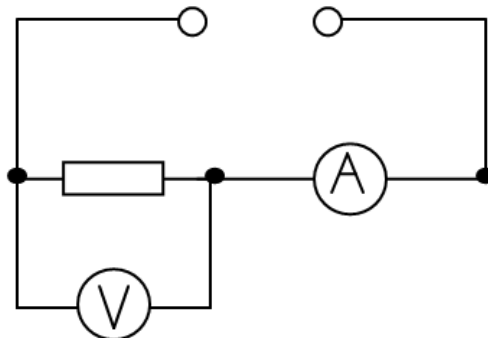
3 Teoria

Elektrický odpor rezistora môžeme určiť z Ohmova zákona:

$$R = \frac{U_R}{I_R} \quad (1)$$

kde U_R je napätie na rezistore R a I_R prúd, ktorý rezistorom tečie. Súčasne teda potrebujeme merať napätie aj prúd. Meracie prístroje môžeme zapojiť dvoma spôsobmi:

3.1 Metóda A



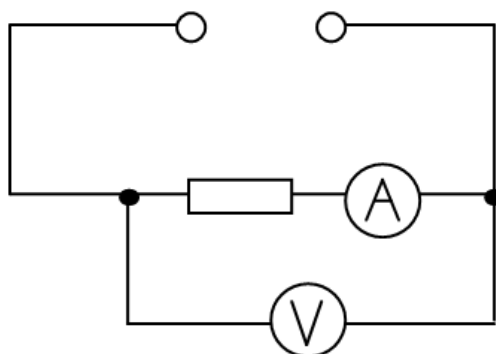
Obr.1: Metóda A

V tejto metóde nám Voltmeter nameria napätie prechádzajúce svorkami rezistora, no Ampérmeter udáva hodnotu prúdu, pretekajúceho rezistorom aj voltmetrom. Túto systematickú chybu môžeme odstrániť, ak poznáme vnútorný odpor Voltmetra.

So znalosťou napätia a vnútorného odporu na Voltmetri môžeme upraviť vzťah (1) do podoby:

$$R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}} \quad (2)$$

3.2 Metóda B



Obr.2: Metóda B

Pri tejto metóde meriame elektrický prúd tečúci rezistorom presne, ale Voltmetrom meriame hodnotu napätia na rezistore a ampérmetri súčasne. Túto systematickú chybu môžeme opäť opraviť, ak poznáme hodnotu odporu na ampérmetri úpravou vzťahu (1) do tvaru:

$$R = \frac{U - IR_A}{I} \quad (3)$$

3.3 A alebo B?

Pre minimalizáciu chyby merania je dôležité, aby druhý (korekčný) člen v rozdielu bol omnoho menší, ako prvý. V opačnom prípade by nám mohla chyba dramaticky narásť.

Metóda A bude výhodnejšia, ak vnútorný odpor voltmetra bude omnoho väčší než meraný odpor. Metóda B zase ak vnútorný odpor ampérmetra bude omnoho menší než meraný odpor. Je to z toho dôvodu, že systematická chyba v týchto prípadoch bude najmenšia. (4)(5)

$$I > I_R \rightarrow I_R = I - \frac{U}{R_V} \rightarrow \frac{\delta I}{I} = \frac{U}{IR_V} = \frac{R}{R_V} \quad (4)$$

$$U > U_R \rightarrow U_R = U - IR_A \rightarrow \frac{\delta U}{U} = \frac{IR_A}{U} = \frac{R_A}{R} \quad (5)$$

3.4 Volt-Ampérová charakteristika

Voltampérová charakteristika je grafické znázornenie závislosti prúdu na napätí.

4 Postup

Zapojíme obvod podľa Obr.1 s prvým rezistorom, nastavíme zdroj na požadovaný prúd a napätie. Na meracích prístrojoch odčítame namerané hodnoty napätia a prúdu. To isté zopakujeme aj pre druhý rezistor. Následne zapojíme obvod podľa Obr.2 a zopakujeme merania pre oba rezistory. Pri meraniach dbáme na to, aby sme mali na ručičkových prístrojoch nastavenú správnu stupnicu.

Na meranie V-A charakteristiky žiarovky použijeme metódu zapojenia A, podľa Obr.1. Vykonáme tak z predpokladu, že odpor žiarovky sa bude pohybovať v rozsahu niekoľko desiatok ohmov. Regulovateľným zdrojom jednosmerného napätia meníme rozsah napätia v hodnotách 0-24 V. Do tabuľky zapisujeme hodnoty napätia a prúdu. Namerané hodnoty vynesieme do volt-ampérovej charakteristiky.

Nakoniec si zapíšeme vnútorné odpory a neistoty prístrojov, s ktorými sme pracovali.

4.1 Neistoty merania

$$R_V = 10 \text{ M}\Omega$$

$$R_A = 22,5 \text{ }\Omega \text{ (rozsah 100mA)}$$

$$R_A = 8 \text{ k}\Omega \text{ (rozsah 200 }\mu\text{A)}$$

$$u_{(A)} = 0,2\% \text{ rdg} + 0,1 \text{ najmänešieho dielika}$$

$$u_{(V)} = 0,1\% \text{ rdg} + 2 \text{ digits}$$

4.1.1 Neistota Merania A

Pomocou zákona prenosu neistôt si vyjadríme vzťah pre absolútnu (6) a relatívnu (7) neistotu

$$r_R = \frac{I}{I - \frac{U}{R_V}} \sqrt{r_{(I)}^2 + r_{(U)}^2} \quad (6)$$

4.1.2 Neistota Merania B

Pomocou zákona prenosu neistôt si vyjadríme vzťah pre absolútnu (8) a relatívnu (9) neistotu

$$r_R = \frac{U}{U - R_A I} \sqrt{r_{(I)}^2 + r_{(U)}^2} \quad (7)$$

5 Meranie

5.1 Metóda A

Rezistor R_1 - rozsah ampérmetra 100 mA

$$U = 3,05 \text{ V}$$

$$u_{(U)} = \sqrt{(0,001 * 3,05)^2 + 0,002^2} = 0,0036 \text{ V}$$

$$r_{(U)} = \frac{0,0036}{3,05} = 0,0012 = 0,12\%$$

$$I = 31,45 \text{ mA}$$

$$u_{(I)} = 0,12 \text{ mA}$$

$$r_{(I)} = 0,0038 = 0,38\%$$

Rezistor R_2 - rozsah ampérmetra 200 μ A

$$U = 51,32 \text{ V}$$

$$u_{(U)} = 0,051 \text{ V}$$

$$r_{(U)} = 0,001 = 0,1 \%$$

$$I = 0,06 \text{ mA}$$

$$u_{(I)} = 0,00023 \text{ mA}$$

$$r_{(I)} = 0,0039 = 0,39\%$$

5.2 Metóda B

Rezistor R_1 - rozsah ampérmetra 100 mA

$$U = 5 \text{ V}$$

$$u_{(U)} = 0,005 \text{ V}$$

$$r_{(U)} = 0,001 = 0,1 \%$$

$$I = 31,5 \text{ mA}$$

$$u_{(I)} = 0,12 \text{ mA}$$

$$r_{(I)} = 0,0038 = 0,38\%$$

Rezistor R_2 - rozsah ampérmetra 200 μ A

$$U = 51,68 \text{ V}$$

$$u_{(U)} = 0,052 \text{ V}$$

$$r_{(U)} = 0,001 = 0,1 \%$$

$$I = 0,0556 \text{ mA}$$

$$u_{(I)} = 0,00023 \text{ mA}$$

$$r_{(I)} = 0,0041 = 0,41\%$$

5.3 Vyhodnotenie odporu rezistorov a neistôt

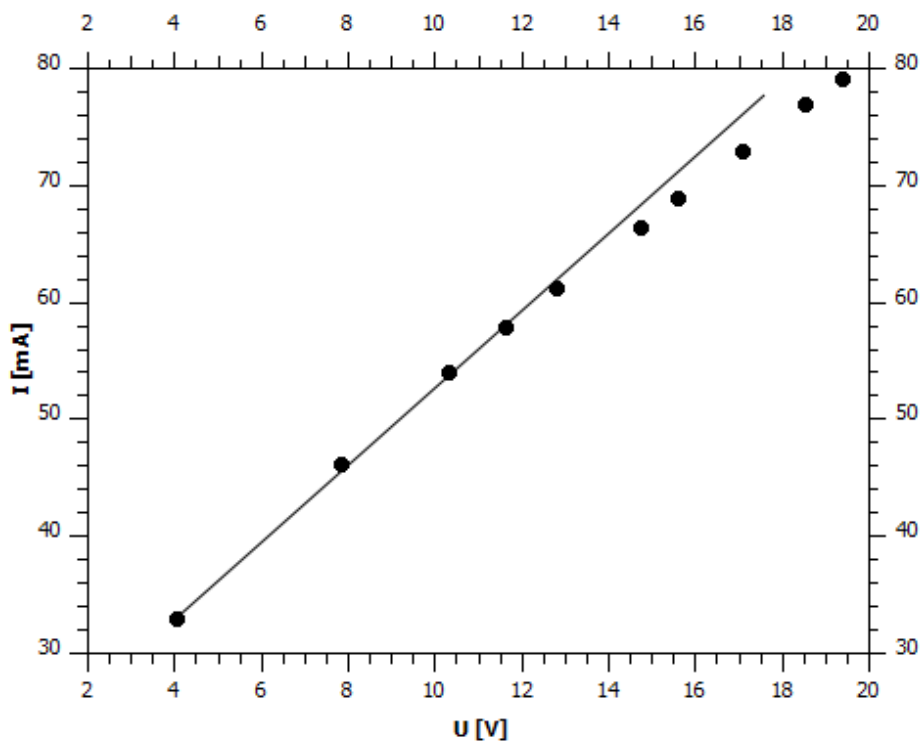
Rezistor	Metóda A		Metóda B	
	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{U - IR_A}{I}$
R_1	$(96,98 \pm 0,39) \Omega$	$(96,98 \pm 0,39) \Omega$	$(158,73 \pm 0,62) \Omega$	$(136,23 \pm 0,62) \Omega$
R_2	$(855,33 \pm 3,44) \text{ k}\Omega$	$(335,34 \pm 4,12) \text{ k}\Omega$	$(929,50 \pm 3,92) \text{ k}\Omega$	$(921,50 \pm 3,92) \text{ k}\Omega$

Tab.1

5.4 V-A charakteristika žiarovky

U[V]	4,05	7,84	10,3	11,6	12,79	14,7	15,6	17,08	18,5	19,37
I[mA]	33	46,2	54	58	61,2	66,5	69	73	77	79,2

Tab.2



Obr.3 V-A charakteristika žiarovky

6 Záver

Z nameraných hodnôt v tab.1 nám vyplýva, že pri meraní malých odporov je najvhodnejšie použiť metódu zapojenia A, pretože rozdiel hodnôt pred a po korekcií je minimálny. Naopak pri meraní veľkých odporov metódou A je rozdiel medzi týmito dvoma hodnotami taký veľký, že by nám mohol znehodnotiť výsledok merania. Pri použití metódy B to platí opačne. Hodnoty vysokých odporov pred a po korekcií sa nám takmer zhodujú, no pri malých odporoch je rozdiel opäť dosť veľký.

Z V-A charakteristiky žiarovky na Obr.3 vidíme, že postupnosť bodov sa mierne odkláňa od priamky lineárnej závislosti. Tento efekt je spôsobený tým, že s rastúcim prúdom sa wolframové vlákno žiarovky zahrieva a s teplotou stúpa aj jeho odpor.