

6. Měření malých odporů

21.3.2005

Spolupracoval: Karel Koubek

Úkol měření

1. Měření Ohmovou metodou. Změřte odpor vodiče v předloženém přípravku.

a) Sestavte měřicí obvod dle obr. 1.

b) Z naměřených hodnot napětí a proudu vypočtěte velikost neznámého odporu R_X a stanovte rozšířenou nejistotu měření (pro $k_r = 2$).

2. Měření číslicovým multimetrem. Odpor vodiče v předloženém přípravku změřte číslicovým multimetrem umožňujícím:

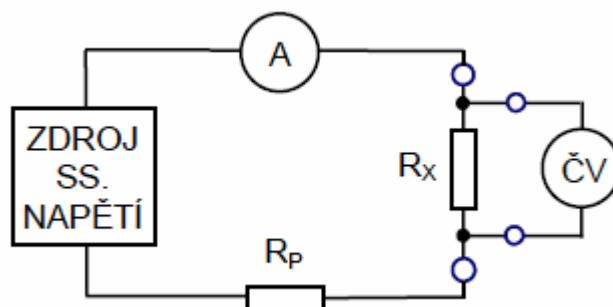
a) 4-svorkové připojení;

b) 2-svorkové připojení.

V případě 2a) stanovte rozšířenou nejistotu měření (pro $kr = 2$).

V případě 2b) určete chybu metody způsobenou vlivem odporu přívodů a přechodových odporů a porovnejte ji se změřeným odporem přívodních vodičů.

Schéma



Obr. 1 Měření malého odporu Ohmovou metodou

Teoretický rozbor úlohy

Při měření Ohmovou metodou se odpor určí pomocí Ohmova zákona, tedy $R_X = U/I$. Délka měřeného vzorku (drátu) je přesně určena napět'ovými svorkami, což omezuje chybu metody. Rozšířená nejistota měření se vypočte

$$u_R = 2 \cdot \sqrt{\left(-\frac{U}{I^2} \cdot u_I\right)^2 + \left(-\frac{1}{I} \cdot u_U\right)^2}$$

Čtyřsvorkové měření číslicovým multimetrem je svým zapojením podobné Ohmově metodě, pro proudový a napět'ový okruh jsou využity nezávislé vodiče. Při dvousvorkovém měření dochází z jeho principu k měření úbytku napětí nejen na měřeném rezistoru, ale i na měřicích vodičích, což u malých odporů způsobuje výraznou chybu metody.

Seznam použitých přístrojů

zdroj Agilent E3640A

A – číslicový multimetr GW GDM-8145

jako ampérmetr, přesnost $\pm(0,3\%+2 \text{ dgt})$

ČV – číslicový multimetr Agilent 34401A

jako voltmetr, rozsah 100 mV, přesnost $\pm(0,0050\%+0,0035\% \text{ rozsahu})$

jako ohmmetr, rozsah 100 Ω , přesnost $\pm(0,010\%+0,004\% \text{ rozsahu})$

R_p regulační rezistor 5,5 Ω , 6,3A

přípravek s měřeným vzorkem

Naměřené hodnoty a jejich zpracování

1) Ohmova metoda

$$I = (2,928 \pm 0,006) \text{ A}$$

$$U = (34,905 \pm 0,003) \text{ mV}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{34,905 \cdot 10^{-3}}{2,928} \Omega = 11,9 \text{ m}\Omega$$

$$R = (11,9 \pm 0,1) \text{ m}\Omega$$

2a) 4-svorkové připojení

$$R = (7,5 \pm 4,6) \text{ m}\Omega$$

2a) 2-svorkové připojení

$$R = (20 \pm 4,6) \text{ m}\Omega$$

$$R_V = (17,8 \pm 4,6) \text{ m}\Omega \dots \text{ odpor samotných přívodních vodičů}$$

$$R_O = (2,2 \pm 9,2) \text{ m}\Omega \dots \text{ po odečtení odporu vodičů}$$

Zhodnocení dosažených výsledků měření

Při měření takto malých odporů dává Ohmova metoda výrazně nejmenší rozšířenou nejistotu, zde pod 1%. Při čtyřsvorkovém měření je rozšířená nejistota výrazně větší (asi 60%), toleranční pásmo výsledku se však částečně kryje s tolerančním pásmem hodnoty určené Ohmovou metodou. Při dvousvorkovém měření dochází k vysoké chybě metody, při pokusu eliminovat ji změřením odporu samotných přívodních vodičů a odečtením tohoto získáme výsledek s rozšířenou nejistotou přes 400%, jehož toleranční pásmo má však s tolerančními pásmy hodnot z ostatních měření neprázdný průnik.