

INSTITUT FYZIKY VŠB-TU OSTRAVA

Student	NÁZEV PRÁCE Měření elektrického odporu (definiční metodou, multimetrem a můstkem)	Číslo práce 3
Skupina/Osob. číslo		Datum
Spolupracoval		Podpis studenta:

Cíle měření:

Zhodnotit kvalitu měření elektrického odporu rezistoru různými postupy.

Měřicí prostředky:

9 spojovacích vodičů, analogový voltmetr a ampérmetr, stabilizovaný zdroj napětí, rezistory s neznámými odpory, dva rezistory se známými odpory (cca 100 Ω), galvanometr, odporová dekáda, potenciometr (100 Ω), multimetr

Kompendium teorie:

Veličina elektrický odpor R vyjadřuje schopnost tělesa, obvykle části elektrického obvodu, klást odpor elektrickému proudu. Z Ohmova zákona, je-li I stálý elektrický proud, můžeme elektrický odpor definovat vztahem:

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

U elektrické napětí

I elektrický proud

1. varianta měření elektrického odporu definiční metodou – metoda pro měření malých odporů (obvykle do 50 Ω)

Podle obr. 1. a 1. Kirchhoffova zákona je

$$I_A = I + I_V, \quad (2)$$

kde I_A je proud procházející ampérmetrem, I proud procházející měřeným rezistorem odporu R a I_V proud procházející voltmetrem.

Budiž R_V vnitřní odpor voltmetru. Za I a I_V dosadíme z Ohmova zákona

$$I_A = \frac{U_V}{R} + \frac{U_V}{R_V} \quad (3)$$

a vyjádříme R :

$$R = \frac{1}{\frac{I_A}{U_V} - \frac{1}{R_V}} \doteq \frac{U_V}{I_A} \quad (4)$$

R lze počítat jako $\frac{U_V}{I_A}$, pokud je číselná hodnota R_V mnohem větší než 1.

2. varianta měření elektrického odporu definiční metodou – metoda pro měření velkých odporů (obvykle nad 1 kΩ)

V obvodu z obr. 2 platí:

$$U_V = (R + R_A)I_A, \quad (5)$$

kde R_A je vnitřní odpor ampérmetru.

Z rovnice (5) vyjádříme R :

$$R = \frac{U_V}{I_A} - R_A \doteq \frac{U_V}{I_A}. \quad (6)$$

R lze počítat jako $\frac{U_V}{I_A}$, pokud je R_A mnohem menší než R .

Poznámky:

1) Obě výše uvedené metody patří do nepřímých měřicích metod. Proto se použije postup: určování nejistot při nepřímém měření. Nejistota typu B pro napětí a proud je určena třídou přesnosti voltmetru a ampérmetru, jsou-li měřidla analogová, nebo z dokumentace výrobce, jsou-li digitální.

2) Jestliže nebude splněna podmínka, pro kterou platí zjednodušený vzorec (4) resp. (6), nejistotu nepřímého měření odporu nepočítejte. Poznáte to tak, že se spočítaný odpor významně liší od odporu získaného můstkovou metodou.

Měření elektrického odporu můstkovou metodou

Můstek (Wheatstonův) tvoří čtyři rezistory s odpory R_1 až R_4 (obr. 3), jimiž prochází proudy I_1, I_2, I_3, I_4 a galvanometr s odporem R_g protékáný proudem I_g .

Pro proudy I_1, I_2, I_3, I_4, I_g plyne z 1. Kirchhoffova zákona (obr. 3)

$$\begin{aligned} \text{uzel A: } I_4 - I_g - I_3 &= 0 \\ \text{uzel C: } I_2 + I_g - I_1 &= 0. \end{aligned} \tag{7}$$

Můstek je v rovnováze, jestliže větví s galvanometrem neprochází proud ($I_g = 0$), a tedy

$$I_1 = I_2 \text{ a } I_3 = I_4. \tag{8}$$

Pak v uzlech A a C je stejný potenciál – proto napětí mezi těmito uzly $U_{AC} = 0$ a úbytky napětí na rezistorech s odpory R_1 a R_3 resp. R_2 a R_4 jsou stejné:

$$\begin{aligned} R_1 I_1 &= R_3 I_3 \\ R_2 I_2 &= R_4 I_4. \end{aligned} \tag{9}$$

Po dosazení (8) do (9) a úpravě dostaneme:

$$R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1}. \tag{10}$$

R_1, R_2, R_3 představují známé odpory, R_4 neznámý odpor

Je vhodné, pro dosažení vysoké přesnosti metody, aby hodnota odporu R_3 byla přibližně stejná jako R_4 .

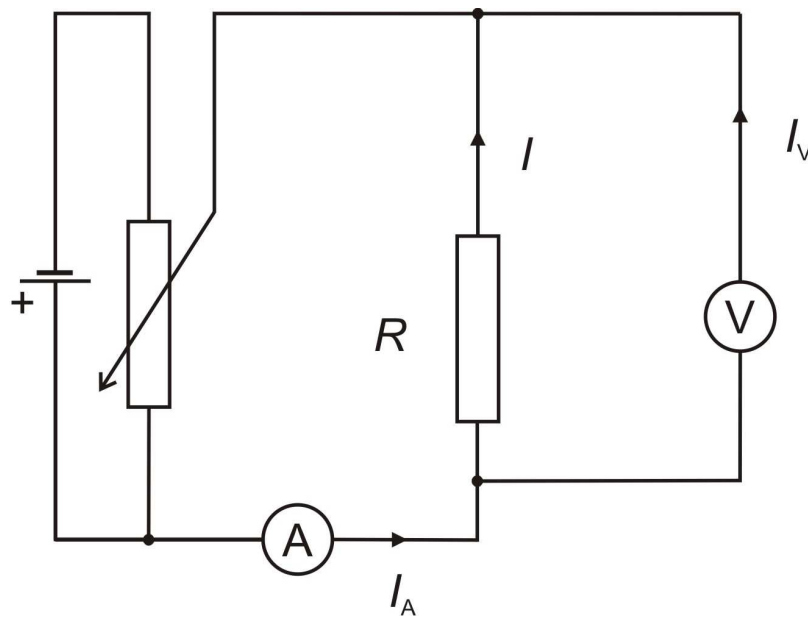
Pokyny k vlastnímu měření:

- 1) Sestavte můstek (obr. 3), jako R_3 použijte odporovou dekádu, odpory rezistorů R_1 a R_2 změřte multimetrem. Na dekádě hledejte takovou hodnotu odporu, aby galvanometrem neprocházel proud. R_4 spočtete pomocí vztahu (10).
- 2) Sestavte obvod pro 1. variantu měření (obr. 1). Z voltmetru a ampérmetru odečtete jednu dvojici hodnot U_V a I_A . Rozsahy na voltmetru, ampérmetru a polohu jezdce na napěťovém děliči volte tak, aby pro dané napětí na zdroji se jejich ručičky nacházely pokud možno ve druhé polovině rozsahů (platí u analogových měřicích přístrojů). Dbejte na to, aby měření trvalo krátce, neboť odpor vodiče závisí na teplotě a průchodem proudu se vodič zahřívá. Zapište si třídu přesnosti voltmetru a ampérmetru, abyste mohli počítat nejistotu nepřímého měření.
- 3) Postup 2) opakujte pro 2. variantu měření (obr. 2).

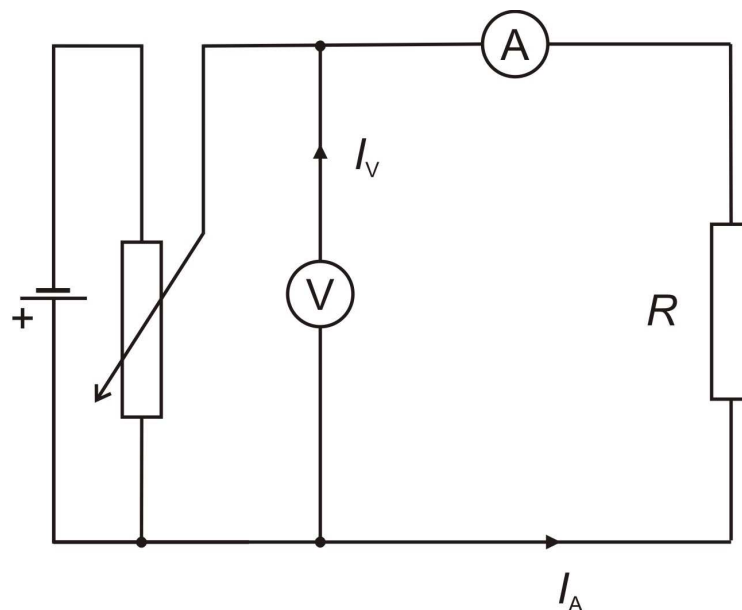
4) Porovnejte velikost odporu R_4 s hodnotami podle variant 1 a 2. Rozhodněte, která z variant 1 a 2 přímého měření je vhodná – u ní spočítejte rozšířenou a relativní rozšířenou nejistotu měření odporu R . Určete rozšířenou a relativní rozšířenou nejistotu nepřímého měření odporu R_4 . Relativní nejistota měření odporu odporovou dekádou je 0,5 %.

4) Neznámý odpor také změřte multimetrem a vypočítejte příslušnou nejistotu užitím dokumentace výrobce, jejíž část visí na nástěnce.

Obrázek 1



Obrázek 2



Obrázek 3

