

Měření odporů

Jakub Dvořák

20.11.2020

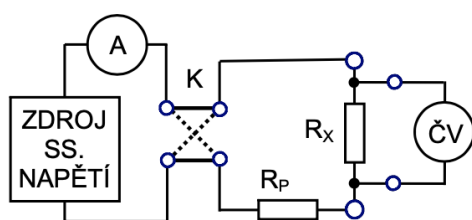


**FACULTY OF
ELECTRICAL ENGINEERING**

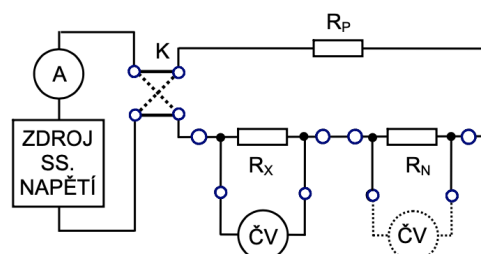
1 Úkol měření

1. a) Měření malých odporů Ohmovou metodou. Sestavte měřicí obvod dle obr. 1. Vhodnou metodikou měření vylučte vliv termoelektrických napětí. Z naměřených hodnot napětí a proudu vypočtete velikost neznámého odporu R_X a stanovte rozšířenou nejistotu měření (pro $k_R = 2$).
- b) Měření malých odporů sériovou srovnávací metodou. Zapojte měřicí obvod dle obr. 2. Změřte napětí na etalonu R_N a napětí na měřeném odporu R_X . Vhodnou metodikou měření vylučte vliv termoelektrických napětí. Vypočtete velikost neznámého odporu R_X a odvoďte vztah pro nejistotu měření.
- c) Měření středních odporů převodníkem $R \rightarrow U$. Sestavte převodník odpor-napětí s OZ ($U_R = 10 \text{ V}$, $R_{N1} = 10 \text{ k}\Omega$) dle obr. 3. Odvoďte přenos převodníku a ověřte jeho funkci. Jako odpor R_X použijte odporovou dekádu. Zdůvodněte, do jaké hodnoty odporu může uvedený převodník měřit.

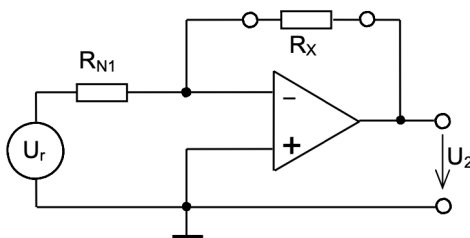
2 Schéma zapojení



Obrázek 1: Měření malého odporu Ohmovou metodou



Obrázek 2: Měření malého odporu sériovou metodou



Obrázek 3: Převodník $R \rightarrow U$

3 Seznam použitých přístrojů

1. Laboratorní zdroj Agilent Proud $< 0,2 \%$ z hodnoty $+ 10 \text{ mA}$
2. Digitální voltmetr HP 34401A $\pm 0,0050 \%$ údaje $\pm 0,0035 \%$ rozsahu

4 Teoretický úvod

Při měření malých odporů se uplatňuje i přechodový odpor mezi zdrojem proudu a měřeným odporem. Pro eliminaci tohoto jevu se používá tzv. *čtyřsvorková* metoda. Pro vyloučení jevu termoelektrických jevů, jejich velikost je závislá na směru proudu, měříme oba směry. Následně výsledný odpor vypočítáme jako aritmetický průměr naměřených hodnot. $R_X = \frac{(R_{X_1} + R_{X_2})}{2}$. Pro měření ohmovou metodou použijeme vzorec $R_X = \frac{U}{I}$ a pro měření srovnávací metodou využijeme vzorec $R_X = \frac{U_{R_X}}{U_{R_N}} \cdot R_N$.

5 Naměřené hodnoty

Naměřené hodnoty jsou níže v tabulkách:

Sériová srovnávací metoda		
U_{R_N} (V)	U_{R_X} (V)	R_X (m Ω)
0,876	10,082	11,509
0,896	10,251	11,441
$R_X = 11,475 \text{ m}\Omega$		

(a) Odpor vypočtený srovnávací metodou

Ohmova metoda		
I (A)	U (V)	R (m Ω)
1	11,3	11,3
-1	11,7	11,7
$R_X = 11,5 \text{ m}\Omega$		

(b) Odpor vypočtený Ohmovou metodou

Měření převodníkem $U \rightarrow I$		
U_{out} (V)	U_{in} (V)	R_X (k Ω)
5	-5,99	11,980
$R_X = 11,980 \text{ k}\Omega$		

(c) Odpor změřený převodníkem $U \rightarrow I$

6 Zpracování naměřených hodnot

$$u_{U_{1,2}} = \frac{\frac{\delta_1}{100} \cdot X + \frac{\delta_2}{100} \cdot M}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{0,005}{100} \cdot 10,082 + \frac{0,0035}{100} \cdot 100}{\sqrt{3}} = 2,3 \mu\text{V} \quad (1)$$

$$u_{I_{1,2}} = \frac{\frac{\delta_1}{100} \cdot X + \frac{\delta_2}{100} \cdot M}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{0,2}{100} \cdot 1 + 10 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 6,9 \text{ mA} \quad (2)$$

$$u_{R_{X_1}} = \sqrt{\left(\frac{\partial R_x}{\partial I} \cdot u_{I_{1,2}}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_x}{\partial U} \cdot u_{U_{1,2}}\right)^2} = \sqrt{\left(-\frac{U}{I} \cdot u_{I_{1,2}}\right)^2 + \left(\frac{1}{I} \cdot u_{U_{1,2}}\right)^2} = 7,8 \cdot 10^{-5} \Omega \quad (3)$$

Můžeme předpokládat, že nejistoty měření budou velice podobné pro oba směry proudu. Výsledná nejistota tedy vyjde

$$u_{R_x} = \frac{u_{R_{X_1}}}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

Výsledná nejistota s koeficientem rozšíření poté bude

$$U_{R_x} = k_r \cdot \frac{7,8 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{2}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \Omega \quad (5)$$

7 Závěrečné vyhodnocení

Seznam použité literatury a zdrojů informací

Seznam použitých internetových zdrojů

[1] Návod k laboratorní úloze