

# Určovanie rezistancie priamou metódou

## Teoretický rozbor

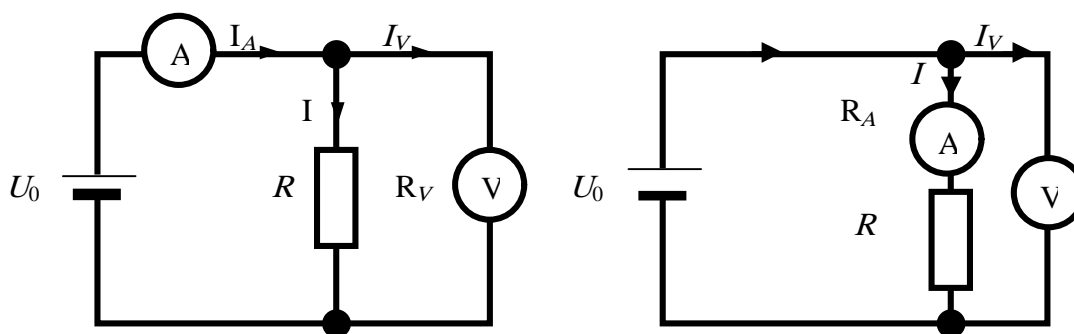
Obidve popisované zapojenia sú vhodné na určovanie rezistancií v obvodoch jednosmerného i striedavého prúdu. Pri striedavých prúdoch s frekvenciami  $> 10^3$  Hz však môžu presnosť výsledku ovplyvniť parazitné indukčnosti a kapacity meraných rezistorov a iných prvkov obvodu.

Z Ohmovho zákona vyplýva lineárna závislosť medzi napätím  $U$  na rezistore a elektrickým prúdom  $I$

$$U = RI, \quad (1)$$

kde  $R$  je rezistencia (pre lineárne rezistory je to konštantná veličina). Podstatou priamej metódy určovania rezistancie je využitie vzťahu (1) v tvare  $R = U/I$ .

Priama metóda má dva experimentálne varianty merania prúdu tečúceho rezistorom a napätia na rezistore, ktoré sú na obrázku 1 a 2.  $U_0$  je napätie zdroja.



Obrázok 1: Prvý variant priamej metódy Obrázok 2: Druhý variant priamej metódy

V zapojení podľa obrázka 1 sa údaj voltmetra rovná napätiu  $U$  na rezistore  $R$ , avšak prúd  $I_A$  tečúci ampérmetrom je súčtom prúdu  $I$  tečúceho meraným rezistorom a prúdu  $I_V$ , ktorý pri napätí  $U$  tečie voltmetrom. Prúd  $I_V$  závisí od vnútornej rezistancie voltmetra  $R_V$ . Teda

$$I_A = I + I_V = \frac{U}{R} + \frac{U}{R_V}. \quad (2)$$

Potom rezistanciu  $R$  podľa zapojenia na obrázka 1 vypočítame pomocou vzťahu

$$R = \frac{U}{I_A - \frac{U}{R_V}}. \quad (3)$$

Ak pre vnútornú rezistanciu voltmetra platí  $R_V \gg R$ , vplyv voltmetra možno zanedbať a vypočít rezistancie  $R$  zjednodušiť podľa vzťahu  $R = U/I_A$ .

Ak je ampérmetr zapojený v obvode podľa obrázka 2, napätie merané voltmetrom sa rovná súčtu napätia  $U$  na neznámom rezistore  $R$  a napätia  $U_A$  na ampérmetri

$$U_V = U + U_A = RI + U_A = RI + R_A I, \quad (4)$$

kde  $R_A$  je rezistancia ampérmetra. Odtiaľ

$$R = \frac{U_V - U_A}{I} = \frac{U_V}{I} - R_A \quad (5)$$

Ak vnútorná rezistancia ampérmetra  $R_A \ll R$ , vplyv ampérmetra možno zanedbať a neznámu rezistanciu určiť ako  $R = U_V / I$ .

Priama metóda je univerzálna a jednoduchá. Presnosť určenia  $R$  závisí od presnosti použitých meracích prístrojov. Pri použití prístrojov s triedou presnosti  $\sim 1$  možno dosiahnuť presnosť určenia  $R \sim 2\%$ , ak súčasne uvažíme vplyv rezistancií meracích prístrojov. Metóda je vhodná na meranie rezistancií v širokom intervale ( $1 - 10^4$ )  $\Omega$ , ak vhodne zvolíme meracie prístroje a veľkosť prúdu v obvode. Zapojenie podľa obrázka 1 je vhodné na určovanie malých rezistancií, zapojenie podľa obrázka 2 na určovanie veľkých rezistancií. Metóda je zvlášť vhodná na meranie rezistancií, ktorých hodnota sa mení so zmenou teploty spôsobenou zmenou prechádzajúceho prúdu (napr. rezistencia žiarovky).

## Úlohy

1. Určte rezistanciu niekoľkých rezistorov priamou metódou v zapojení podľa obrázka 1.
2. Určte ich rezistanciu priamou metódou v zapojení podľa obrázka 2.
3. Vyhodnoďte chyby určenia rezistancie.

## Postup

Meranie vykonáme podľa zapojení na obrázkoch 1 a 2 pre dve hodnoty napätia zdroja  $U_0$ . Dôležité sú rozsahy, na ktorých meriame hodnoty  $U$ ,  $I$  a to nielen kvôli korekciám zapojení na meracie prístroje [ vzťahy (3) a (5) ], ale aj pre výpočet chýb merania.

Použitý rozsah voltmetra  $U_{max}$  určuje jeho vnútornú rezistanciu  $R_V$  podľa Ohmovho zákona  $R_V = \frac{U_{max}}{I_{Vmax}}$ .  $I_{Vmax}$  je prúd tečúci voltmetrom pri maximálnej výchylke. Obyčajne

možno  $I_{Vmax}$  odčítať na zadnom paneli voltmetra. Na zadnom paneli ampérmetra odčítame  $U_{Amax}$  - napätie na ampérmetri pri maximálnej výchylke na danom rozsahu  $I_{max}$ . Vnútornú

rezistanciu ampérmetra potom vypočítame podľa vzťahu  $R_A = \frac{U_{Amax}}{I_{max}}$ . Pri zmene rozsahu

meracích prístrojov dôjde k zmenám ich vnútorných rezistancií.

Presnosť merania napätia a prúdu závisí od konštrukcie a kalibrácie meracích prístrojov a je daná ich triedami presnosti  $\Delta_V$  a  $\Delta_A$ , ktoré odčítame na predných paneloch prístrojov. Trieda presnosti udáva maximálnu chybu meranej veličiny vyjadrenú v percentách hodnoty zodpovedajúcej maximálnej výchylke prístroja na danom rozsahu.

Napr. meranie napätia  $U$  na rozsahu  $U_{max}$  prístrojom s triedou presnosti  $\Delta_V$  pre jednosmerné napätie možno uskutočniť s maximálnou absolútnou chybou

$$\Delta U = U_{max} \frac{\Delta_V}{100},$$

Na voltmetri s triedou presnosti 2 na rozsahu 6 V meriame napríklad napätie s maximálnou absolútnou chybou 0,12 V.

Podobne  $\Delta I = I_{max} \frac{\Delta_A}{100}$ . Absolútna chyba určenia vnútornej rezistencie voltmetra  $\Delta R_V$

je rovná  $\Delta R_V = R_V \frac{\Delta_V}{100}$ . Podobne  $\Delta R_A = R_A \frac{\Delta_A}{100}$ .

Podľa vzťahov (3) a (5) vypočítame neznámu rezistenciu  $R$  a chybu nepriamych meraní  $\Delta R$  pre jednotlivé merania a výsledky pre zapojenia podľa obrázkov 1 a 2 uvedieme ako aritmetický priemer z meraní pri dvoch hodnotách napätia zdroja.

## Literatúra

1. BROUČEK, J.: *Základy fyzikálních měření*. Praha : SPN, 1967.
2. IŠMANEC, P. et al.: *Všeobecná fyzika II. Elektrina a magnetismus*. Bratislava : Alfa, 1980.