

Meranie odporu metódou priamou

Ak prechádza nejakým vodičom (spotrebičom) elektrický prúd I , vzniká na jeho koncoch potenciálový rozdiel (úbytok napätia) U . Hovoríme, že vodič kladie elektrickému prúdu odpor R , ktorý definujeme vzťahom

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

Ak potenciálny rozdiel U dosadíme vo Voltoch, prúd I v Ampéroch, odpor R dostaneme v Ohmoch. Pri priamej metóde merania odporu použijeme priamo definičného vzťahu (1). Budeme teda merať potenciálový rozdiel, t.j. úbytok napätia na koncoch vodiča (odporu) a prúd tečúci týmto odporom. Ťažkosť však spočíva v tom, že pri súčasnom meraní napätia a prúdu nám meracie prístroje voltmeter a ampérmetr vždy do určitej miery ovplyvňujú merací obvod. Je to spôsobené tým, že tieto meracie prístroje nemajú ideálne parametre, aké by sme od nich požadovali. V prípade ampérmetra by sme požadovali nulový vnútorný odpor R_A , ten je však nenulový veľmi malej hodnoty. V prípade voltmetra by sme zas požadovali nekonečne veľký vnútorný odpor R_V , ten je však konečnej veľmi vysokej hodnoty. Vplyv týchto prístrojov na merací obvod ukážeme na príslušných zapojeniach. V zapojení I nazývanom **AVAL** (obr. 1) je vidieť, že voltmeter nám udáva žiadaný úbytok napätia U , ale údaj ampérmetra je nesprávny. Ním totiž netečie prúd I , ktorý tečie skúmaným odporom R , ale prúd

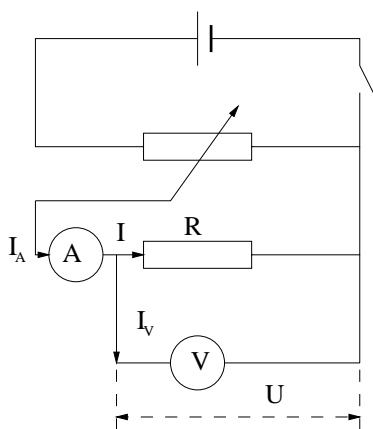
$$I_A = I + I_V \quad (2)$$

kde I_V je prúd tečúci voltmetrom. Ampérmetr nám udáva prúd väčší, ako v skutočnosti odporom tečie.

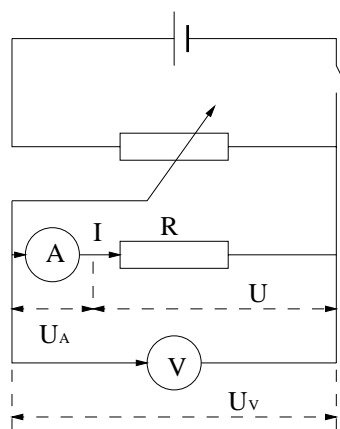
Túto nepresnosť v údajoch ampérmetra môžeme odstrániť tak, že voltmeter zapojíme pred ampérmetrom. Dostaneme tak zapojenie II. nazývané **AMONT** (obr. 2). Teraz už ampérmetrom tečie prúd I , údaj ampérmetra je správny. Nesprávny je však údaj voltmetra, ktorý neukazuje hodnotu potenciálového rozdielu U , ktorý je na odpore, ale úbytok napätia

$$U_V = U + U_A \quad (3)$$

kde U_A je úbytok napätia na vnútornom odpore ampérmetra. Voltmeter nám udáva väčší úbytok napätia, aký je v skutočnosti na odpore.



obr.1



obr.2

Pri presnom meraní odporu z práve uvedených dôvodov nemôžeme použiť rovnicu (1) ani pri a zapojení AVAL ani pri zapojení AMONT. Odpor R určíme v oboch zapojeniach pomocou Kirchhoffových zákonov a Ohmovho zákona.

V zapojení AVAL platí

$$I_A = I + I_V$$

Úpravami dostaneme

$$\begin{aligned} I_A &= \frac{U}{R} + \frac{U}{R_V} \\ I_A &= U \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_V} \right) \\ \frac{1}{R} &= \frac{I_A}{U} - \frac{1}{R_V} \end{aligned}$$

Prevrátením poslednej rovnosti dostaneme výsledný vzťah pre odpor R v zapojení AVAL

$$R = \left(\frac{I_A}{U} + \frac{1}{R_V} \right)^{-1} \quad (4)$$

V zapojení AMONT platí

$$U_V = U + U_A$$

ďalšími úpravami dostaneme

$$\begin{aligned} U_V &= RI + RI_A \\ U_V &= I(R + R_A) \end{aligned}$$

z posledného vzťahu dostaneme

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

Pri presnom meraní odporu musíme v zapojení AVAL počítať podľa vzťahu (4), v zapojení AMONT podľa vzťahu (5). Ak si dobre pozrieme obidve zapojenia, vzťahy (4) a (5) a zvážime skutočnosť, že meracie prístroje sú konštruované tak, aby bol odpor voltmetra čo najväčší a odpor ampérmetra čo najmenší, dôjdeme k záveru, že

- člen $1/R_V$ vo vzťahu (4) môžeme zanedbať za predpokladu, že

$$R \ll R_V$$

a vzťah (4) prejde na vzťah (1).

- člen R_A vo vzťahu (5) môžeme zanedbať za predpokladu, že

$$R \gg R_A$$

a vzťah (5) prejde na vzťah (1).

To znamená, že pre rýchle (ale nie celkom presné) určenie odporu postačí použiť rovnicu (1). Aby sme sa ale nedopustili veľkej chyby, je nutné k meraniu zvoliť vhodné zapojenie. Pre meranie malých odporov zapojenie AVAL a pre meranie veľkých odporov zapojenie AMONT. Chyba bude tým menšia, čím presnejšie je splnený vzťah (6) a (7).

Pomôcky:

- zdroj jednosmerného napätia
- regulačný odpor
- voltmeter
- vypínač
- neznáme odpory
- spojovacie vodiče

Úloha:

Každý odpor zmerajte v oboch zapojeniach aspoň pre desať hodnôt napätia. Odpor počítajte z rovnice (1) pre všetky prevedené merania. Okrem toho pre meranie prevedené v zapojení AVÁL použite vzťah (4) a pre meranie prevedené v zapojení AMONT vzťah (5). Výsledky získané pomocou vzťahu (1) porovnajte s výsledkami získanými zo vzťahu (4) resp. (5) a overte tým vhodnosť zapojenia.