

MERANIE ODPORU POMOCOU VOLTMETRA A AMPÉRMETRA

Ing. Ctibor Musil, Csc.

Teoretický úvod:

Pri prechode elektrického prúdu vodičom vzniká medzi jeho koncami potenciálový rozdiel – úbytok napätia, pre ktorý platí

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 .$$

Tento úbytok napätia je priamo úmerný pretekajúcejmu elektrickému prúdu, čo vyjadruje Ohmov zákon

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

kde konštanta úmernosti R sa nazýva elektrický odpor (rezistancia). Je závislý od druhu materiálu vodiča a od jeho geometrických rozmerov. Môžeme ho vypočítať pomocou vzťahu

$$R = \rho \frac{l}{S} ,$$

kde l [m] - dĺžka vodiča,

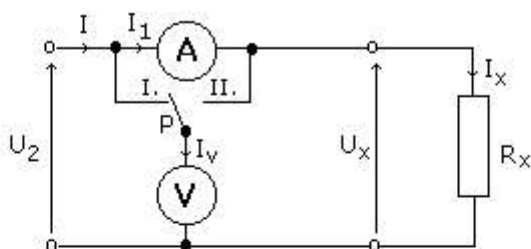
S [m²] - prierez vodiča a

ρ [Ωm]- rezistivita vodiča – je to materiálková konštanta závislá tiež od teploty vodiča.

Jednotkou elektrického odporu v sústave SI je ohm, značka Ω a má rozmer $\text{kg}\cdot\text{m}^2\text{A}^{-2}\text{s}^{-3}$. Jednotkou rezistivity v sústave SI je Ωm a staršia jednotka je $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, pričom vzťah medzi nimi je $1\Omega\text{mm}^2/\text{m} = 10^{-6}\Omega\text{m}$.

Metóda merania:

Metód merania elektrického odporu je viacej. Tu si uvedieme metódu založenú na Ohmovom zákone, pri ktorej použijeme voltmeter a ampérmetr. Pri tejto metóde ide v podstate o zmeranie prúdu, ktorý tečie neznámym odporom a úbytku napätia na ňom. Na obr. 1 je uvedená principiálna schéma zapojenia prístrojov, z ktorej je vidieť, že pre neznámy odpor platí



Obr. 1

Úlohou teda je určiť pre daný odpor R_X , napätie U_X a prúd I_X . Tieto veličiny by bolo možné určiť iba ideálnymi prístrojmi, pre ktorých vnútorné odpory platí: $R_{iA} \rightarrow 0$ a $R_{iV} \rightarrow \infty$.

Reálne prístroje ovplyvňujú výsledky merania podľa toho ako sú zapojené v schéme, čo na obr. 1 ilustruje prepínač P.

a) Zapojenie AMONT:

V polohe I. prepínača P meria ampérmetr prúd I_X , ktorý tečie odporom R_X , čiže $I_A = I_X$, ale pre napätie na voltmetri platí

$$U_V = U_A + U_X .$$

Odtiaľ
$$U_X = U_V - U_A = U_V - R_{iA} I_A$$

Pre neznámy odpor tak dostávame

$$R_X^I = \frac{U_X}{I_X} = \frac{U_V - R_{iA} I_A}{I_A} = \frac{U_V}{I_A} - R_{iA} \quad , \quad (3)$$

kde R_{iA} je vnútorný odpor ampérmetra, ktorý preto musíme poznať.

Táto metóda je vhodná pre veľké odpory R_X , t.j. keď $R_{iA} \ll R_X$. Potom $U_V \gg R_{iA} I_A$ a s dostatočnou presnosťou platí

$$R_X \doteq \frac{U_V}{I_A} \quad .$$

b) Zapojenie AVAL:

V polohe II. prepínača P (zapojenie nazývané AVAL) meria voltmeter napätie U_X na odpore R_X , čiže $U_V = U_X$, ale pre prúd ampérmetrom platí

$$I_A = I_V + I_X \quad .$$

Odtiaľ

$$I_X = I_A - I_V = I_A - \frac{U_V}{R_{iV}} \quad .$$

Pre neznámy odpor tak dostávame

$$R_X^{II} = \frac{U_X}{I_X} = \frac{U_V}{I_A - \frac{U_V}{R_{iV}}} = \left(\frac{I_A}{U_V} - \frac{1}{R_{iV}} \right)^{-1} \quad , \quad (4)$$

kde R_{iV} je vnútorný odpor voltmetra a musíme ho poznať.

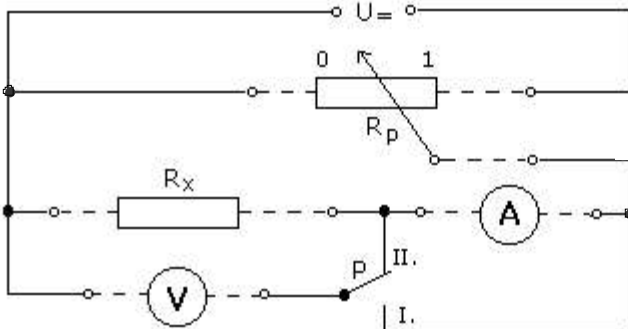
Táto metóda je vhodná pre malé odpory, t.j. keď $R_{iV} \gg R_X$. Potom $I_V \ll I_X$ a s dostatočnou presnosťou platí

$$R_X \doteq \frac{U_V}{I_A} \quad . \quad (4)$$

Ak pri meraní berieme do úvahy vnútorné odpory prístrojov (vzťahy (3) a (4)) sú obidve metódy ekvivalentné a je jedno ktorú použijeme.

Postup pri meraní:

1. K meraniu použijeme prípravok, ku ktorému pripojíme voltmeter, ampérmetr, neznámy odpor a potenciometer R_P nastavený do polohy 0 (obr. 2). Zdroj napätia pripojí učiteľ.



Obr. 2

2. Určíme konštanty, vnútorné odpory a triedy presnosti ampérmetra a voltmetra.
3. Potenciometerom nastavíme maximálnu výchylku buď ampérmetra, alebo voltmetra. Podľa tohto prístroja sa v ďalšom budeme riadiť.
4. Postupne znižujeme napätie (alebo prúd), napr. po 0,5 V (alebo tomu odpovedajúci ΔI) tak, aby sme podľa možnosti merali v druhej polovici rozsahu prístrojov.

5. Hodnoty napätí a im prislúcha-júce prúdy zapisujeme do tabuľky, napr. podľa vzoru Tab. A.

Tabuľka A pre meranie na odpore R_x metódou AMONT

Č. m.	U [V]	I [A]	$R_{x1} = \frac{U}{I}$ [Ω]	R_{x1}^I [Ω]

Úlohy:

1. Zapojte prístroje podľa schémy.
2. Urobte merania napätí a prúdov na dvoch predložených odporoch R_{x1} a R_{x2} obidvomi metódami. Namerané hodnoty zapisujte do tabuľky.

Spracovanie výsledkov:

1. Pre všetky merania vypočítajte odpor pomocou vzťahu $R_x = \frac{U}{I}$ a pre obidva odpory a obidve zapojenia vypočítajte stredné hodnoty R_{x1}^I , R_{x2}^I , R_{x1}^{II} , R_{x2}^{II} a stredné kvadratické chyby.
2. Pre meranie v zapojení I (Amont) vypočítajte odpory R_{x1}^I a R_{x2}^I podľa vzťahu (3) so započítaním vnútorného odporu ampérmetra R_{iA} .
3. Pre meranie v zapojení II (Aval) vypočítajte odpory R_{x1}^{II} a R_{x2}^{II} podľa vzťahu (4) so započítaním vnútorného odporu voltmetra R_{iV} .
4. Z hodnôt zistených podľa bodov 2) a 3) určte najpravdepodobnejšie hodnoty odporov

$$R_{x1}^* = \frac{R_{x1}^I + R_{x1}^{II}}{2} \quad \text{a} \quad R_{x2}^* = \frac{R_{x2}^I + R_{x2}^{II}}{2} .$$

5. Určte percentuálne odchýlky stredných hodnôt určených podľa bodu 1) od najpravdepodobnejších hodnôt R_{x1}^* a R_{x2}^* podľa vzťahu

$$\chi_{\%} = \frac{R_x - R_x^*}{R_x^*} \cdot 100\% .$$

Získané výsledky vyhodnoťte v závere o meraní!

Kontrolné otázky:

1. Vysvetlite princíp činnosti magnetoelektrického (deprézskeho) a elektromagnetického meracieho systému a čím sa líši ampérmeter od voltmetra.
2. Čo je to trieda presnosti prístroja a ako z nej stanovujeme možnú chybu merania?
3. Akým spôsobom ovplyvňujú meracie prístroje pomery v elektrickom obvode pri jednotlivých zapojeniach?
4. Ako závisí vnútorný odpor prístroja od zvoleného rozsahu?
5. Vysvetlite Ohmov a Kirchoffove zákony!

Úloha je prevzatá, doplnená a opravená, zo skrípt:

Doc. RNDr. Drahošlav Vajda, CSc., Doc. Ing. Július Štelina, CSc., RNDr. Jaroslav Kovár, Ing. Ctibor Musil, CSc., RNDr. Ivan Bellan, Doc. Ing. Igor Jamnický, CSc., „Návody k laboratórnym cvičeniam z fyziky“, vydala Žilinská univerzita vo vydavateľstve EDIS, 2. nezmenené vydanie, rok 2003.