

3. MĚŘENÍ PROUDU A NAPĚTÍ V ELEKTRICKÝCH OBVODECH

Měřicí potřeby

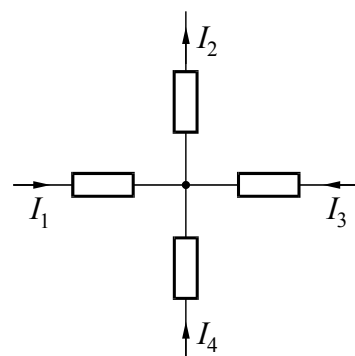
- 1) dva regulovatelné zdroje stejnosměrného napětí
- 2) tři měřené odpory
- 3) odporový normál
- 4) dva multimetry pro měření proudu a napětí
- 5) krabička s přepínačem a ochranným odporem
- 6) spojovací kabely

Obecná část

Pro vodič, kterým protéká proud, platí Ohmův zákon $U = RI$, kde U je napětí na vodiči ve voltech, I proud v ampérech a R je odpor vodiče v ohmech. Pro proudový uzel, ve kterém je propojeno několik vodičů (obr. 1), platí I. Kirchhoffův zákon:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (1)$$

kde I_i jsou proudy tekoucí vodiči k uzlu a n je jejich počet. (Proudy přitékající do uzlu budou pak kladné a proudy odtékající záporné.)



Obr. 1

Pro uzavřený elektrický obvod (obr. 2), který se skládá z libovolného množství vodičů a zdrojů elektromotorických sil, platí II. Kirchhoffův zákon:

$$\sum_{j=1}^m E_j = \sum_{i=1}^n R_i I_i \quad (2)$$

kde E_j značí elektromotorické síly zdrojů a I_i jsou proudy protékající odpory R_i . Proudů a elektromotorické síly, jejichž směr souhlasí se šipkou \mathbf{s} , dosazujeme jako kladné. Pro výkon dodávaný zdrojem do odporu R platí vzorec:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}, \quad (3)$$

P je výkon ve wattech, U napětí ve voltech, I proud v ampérech a R odpor v ohmech. Na

základě uvedených zákonů lze řešit elektrické obvody stejnosměrného proudu.

Měření

Upozornění: před připojováním měřených obvodů ke zdroji nejprve snižte regulačním potenciometrem napětí zdroje na nulu! Potenciometr "PROUD" na

zdroji nastavte na maximum (slouží pro nastavení max. proudu při případném zkratu). Tlačítkem "U-I" rozsviťte kontrolku "Měření napětí" a vestavěné měřidlo bude pak ukazovat (pouze informativně) hodnotu napětí zdroje.

Krabičky se šesti zdírkami používejte pro vytvoření uzlů, tj. tam, kde se sbíhají tři a více vodičů do jednoho bodu. Krabička s přepínačem je určena pouze pro měření odporu metodou substituční!

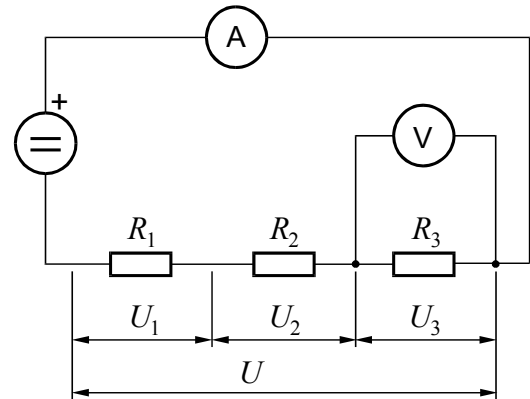
A. Sériové zapojení odporů.

Podle schématu na obr. 3 zapojíme tři odpory do série a změříme celkové napětí U , proud I a napětí na jednotlivých odporech U_1, U_2, U_3 . Z Ohmova zákona vypočítáme celkový odpor R a jednotlivé odpory R_1, R_2, R_3 . Dále vypočítáme výkony dodané do jednotlivých odporů a ověříme, zda platí vztahy:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$



Obr. 3 Sériové zapojení odporů

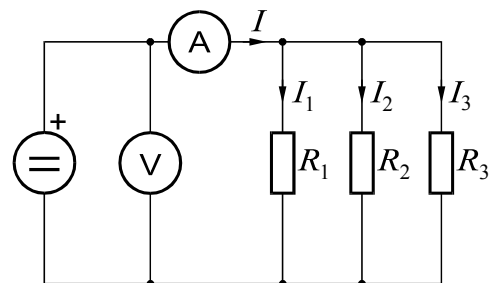
B. Paralelní zapojení odporů.

Zapojíme tři odpory paralelně a přes ampérmetr je připojíme ke zdroji (obr. 4). Potenciometrem pro regulaci napětí nastavíme celkový proud I v obvodu na hodnotu kolem 19 mA. Pak změříme celkové napětí a proudy v jednotlivých větvích I_1, I_2, I_3 . Z Ohmova zákona vypočítáme odpory R, R_1, R_2, R_3 , dále výkony P, P_1, P_2, P_3 a ověříme, zda platí vztahy:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3.$$



Obr. 4 Paralelní zapojení odporů

C. Obvod se dvěma zdroji.

V obvodu zapojeném podle schématu (obr. 5) změříme proudy I_1, I_2, I_3 , napětí na svorkách zdrojů E_1, E_2 a úbytky napětí na odporech U_1, U_2, U_3 .

Pro sestavení rovnic obvodu je třeba nejprve zakreslit do schématu předpokládanou orientaci napětí a proudů. Rovnice se pak sestavují pro tyto předpokládané proudy a napětí podle následujících pravidel:

Proud teče:

- do uzlu → znaménko kladné
- z uzlu → znaménko záporné.

Orientace napětí je vzhledem ke smyčce:

- stejná → znaménko kladné
- opačná → znaménko záporné.

Při vyznačování polaritý napětí na libovolném obvodovém prvku směřuje vždy šipka od svorky s vyšším potenciálem (značená +) k svorce s potenciálem nižším (značená -). Pro orientace proudů a napětí na obr. 5 budou mít tedy rovnice tvar:

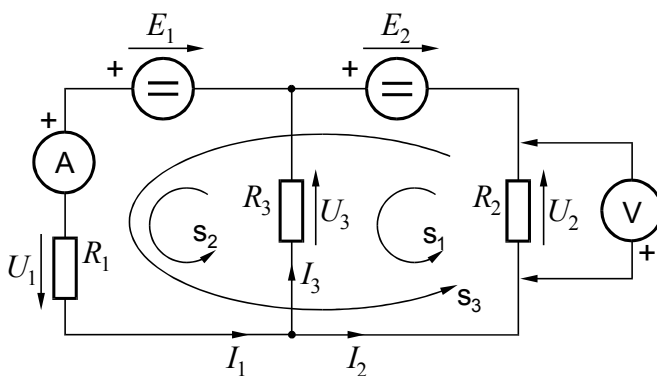
$$+ I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\text{smyčka } s_1: - E_2 + U_2 - U_3 = 0$$

$$\text{smyčka } s_2: - E_1 + U_1 + U_3 = 0$$

$$\text{smyčka } s_3: - E_1 - E_2 + U_1 + U_2 = 0$$

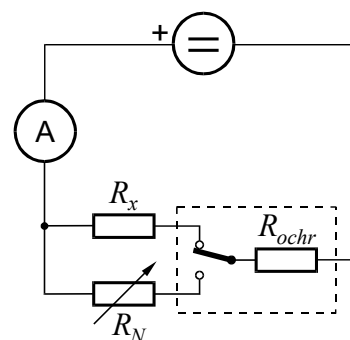
Při měření je třeba zjistit **skutečný** směr (polaritu) měřených veličin: je-li měřená veličina orientována opačně oproti zakreslenému (předpokládanému) směru ve schématu, je třeba její číselnou hodnotu zapsat a dosadit do rovnic se záporným znaménkem. (Určení polaritý měřeného napětí či proudu – viz kapitola „Přístroje užívané ve fyzikálním praktiku – Digitální měřicí přístroje“.) Z Ohmova zákona nakonec vypočítáme hodnoty odporů R_1 , R_2 , R_3 .



Obr. 5 Obvod se dvěma zdroji

D. Měření odporu substituční metodou.

Měřený odpor R_x zapojíme do obvodu podle obr. 6. Přepínač s ochranným odporem přepneme tak, aby proud protékal odporem R_x . Potenciometrem napětí na zdroji nastavíme velikost proudu přibližně 18 mA. Pak přepneme přepínač do větve s odporovým normálem R_N a nastavíme jeho odpor tak, aby obvodem protékal stejný proud jako předtím odporem R_i . O správnosti nastavení odporu normálu se přesvědčíme střídavým přepínáním přepínače, přičemž musí mít údaj ampérmetru stále stejnou hodnotu. Pak je totiž velikost měřeného odporu R_i shodná s velikostí odporu normálu, jehož hodnotu přímo odečteme. Tímto způsobem změříme všechny tři odpory R_1 , R_2 a R_3 .



Obr. 6 Měření odporu substituční metodou

Pracovní úkol

- 1) Proměřte v obvodech A. až C. proudy a napětí.
- 2) Vypočítejte v každém obvodu A. až C. odpory spotřebičů.
- 3) Vypočítejte v každém obvodu A. až C. výkony spotřebičů.
- 4) V obvodu C. ověřte platnost Kirchhoffových zákonů.
- 5) Odpory zjištěné při měření substituční metodou porovnejte s hodnotami odporů, vypočtených v předcházejících měřeních.