

Měření proudu a napětí v elektrických obvodech

Jméno: Milan Ševčík
Datum měření: 10.4.2013

Měřicí potřeby

- dva regulovatelné zdroje stejnosměrného napětí
- tři měřené odpory
- odporový normál
- dva multimetry pro měření proudu a napětí
- krabička s přepínačem a ochranným odporem
- spojovací kabely

Obecná část

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

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0, \text{ kde } I_i \text{ jsou proudy tekoucí vodiči k uzlu a } n \text{ je jejich počet.}$$

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

$$\sum_{j=1}^m E_j = \sum_{i=1}^n R_i I_i, \text{ kde } E_j \text{ značí elektromotorické síly zdrojů a } I_i \text{ proudy protékající odpory } R_i.$$

Pro výkon dodávaný zdrojem do odporu platí vzorec:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}, \text{ kde } P \text{ je výkon, } U \text{ je napětí, } I \text{ je proud a } R \text{ je odpor.}$$

Pomocí těchto zákonů lze řešit elektrické obvody stejnosměrného proudu.

Postup měření

A) Sériové zapojení odporů

Připravíme obvod dle schématu. Dále změříme celkové napětí U , proud I a napětí na jednotlivých odporech U_1 , U_2 a U_3 . Z Ohmova zákona vypočítáme celkový odpor R a jednotlivé odpory R_1 , R_2 a R_3 . Poté vypočítáme výkony dodané do jednotlivých odporů a ověříme, zda platí vztahy:

$$\begin{aligned} U &= U_1 + U_2 + U_3 \\ R &= R_1 + R_2 + R_3 \\ P &= P_1 + P_2 + P_3 \end{aligned}$$

B) Paralelní zapojení odporů

Připravíme obvod dle schématu. Potenciometrem pro regulaci napětí nastavíme celkový proud I v obvodu na hodnotu přibližně 19 mA. Následně změříme celkové napětí a proudy v jednotlivých větvích. Z Ohmova zákona vypočítáme odpory R , R_1 , R_2 a R_3 a následně vypočítáme výkony P , P_1 , P_2 a P_3 . Ověříme zda platí vztahy:

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ P &= P_1 + P_2 + P_3 \end{aligned}$$

C) Obvod se dvěma zdroji

Popsali jsme Kirchhoffovy zákony.

D) Měření odporu substituční metodou

Měřený odpor R_x zapojíme do obvodu s přepínačem podle schématu. Přepínač s ochranným odporem přepneme do polohy, kdy proud protéká odporem R_x . Potenciometrem na zdroji nastavíme velikost proudu na hodnotu přibližně 18 mA. Poté přepneme přepínač do polohy, kdy proud protéká odporovým normálem a nastavíme jeho odpor tak, aby obvodem protékal stejný proud jako předtím odporem R_x . O správnosti nastavení odporu se přesvědčíme střídavým přepínáním přepínače, kdy musí údaj na ampérmetru zůstat stále stejný. V té chvíli pak velikost měřeného odporu je shodná s velikostí odporu normálu, jehož hodnotu přímo odečteme. Tímto způsobem změříme všechny 3 odpory R_1 , R_2 a R_3 .

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 odporu 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.

Naměřené hodnoty a zpracování výsledků

A) Sériové zapojení odporů

I [mA]	U [V]	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]
10	7,91	1,03	2,20	4,66

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{1,03}{10^{-2}} = 103 \, \Omega$$

$$P_1 = U_1 I = 1,03 \cdot 10^{-2} = 10,3 \, \text{mW}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{2,20}{10^{-2}} = 220 \, \Omega$$

$$P_2 = U_2 I = 2,20 \cdot 10^{-2} = 22,0 \, \text{mW}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I} = \frac{4,66}{10^{-2}} = 466 \, \Omega$$

$$P_3 = U_3 I = 4,66 \cdot 10^{-2} = 46,6 \, \text{mW}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{7,91}{10^{-2}} = 791 \, \Omega$$

$$P = UI = 7,91 \cdot 10^{-2} = 79,1 \, \text{mW}$$

Porovnání:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$7,91 \text{ V} = 1,03 + 2,20 + 4,66 \text{ V}$$

$$7,91 \text{ V} \approx 7,89 \text{ V}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$791 \Omega = 103 + 220 + 466 \Omega$$

$$791 \Omega \approx 789 \Omega$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$79,1 \text{ mW} = 10,3 + 22,0 + 46,6 \text{ mW}$$

$$79,1 \text{ mW} \approx 78,9 \text{ mW}$$

B) Paralelní zapojení odporů

$U [\text{V}]$	$I [\text{mA}]$	$I_1 [\text{mA}]$	$I_2 [\text{mA}]$	$I_3 [\text{mA}]$
1,15	19,0	11,2	5,3	2,5

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{1,15}{11,2 \cdot 10^{-3}} = 102,7 \Omega$$

$$P_1 = UI_1 = 1,15 \cdot 11,2 \cdot 10^{-3} = 12,9 \text{ mW}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{1,15}{5,3 \cdot 10^{-3}} = 217,0 \Omega$$

$$P_2 = UI_2 = 1,15 \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} = 6,1 \text{ mW}$$

$$R_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{1,15}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 460,0 \Omega$$

$$P_3 = UI_3 = 1,15 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ mW}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,15}{19 \cdot 10^{-3}} = 60,5 \Omega$$

$$P = UI = 1,15 \cdot 19 \cdot 10^{-3} = 21,9 \text{ mW}$$

Porovnání:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$19 \text{ mA} = 11,2 + 5,3 + 2,5 \text{ mA}$$

$$19 \text{ mA} = 19 \text{ mA}$$

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

$$\frac{1}{60,5} \Omega = \frac{1}{102,7} + \frac{1}{217,0} + \frac{1}{460,0} \Omega$$

$$16,5 \text{ m} \Omega = 16,5 \text{ m} \Omega$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$21,9 \text{ mW} = 12,9 + 6,1 + 2,9 \text{ mW}$$

$$21,9 \text{ mW} = 21,9 \text{ mW}$$

C) Obvod se dvěma zdroji

1. Kirchhoffův zákon (zákon o proudech, uzlech) říká, že v každém bodě (uzlu) elektrického obvodu platí, že součet proudů vstupujících do uzlu se rovná součtu proudů z něj vystupujících.

2. Kirchhoffův zákon (zákon o napětích, smyčkách) říká, že součet úbytků napětí na spotřebičích se v uzavřené části obvodu (smyčce) rovná součtu elektromotorických napětí zdrojů ve stejné uzavřené části obvodu.

D) Měření odporu substituční metodou

$R_1 [\Omega]$	$R_2 [\Omega]$	$R_3 [\Omega]$
101,1	203,0	460,3

Závěr

Měřením odporů v různých obvodech jsme ověřili Ohmův zákon spolu s Kirchhoffovými zákony. Odchytky při měření byly nejspíše způsobeny nepřesností měřících přístrojů.