

## MĚŘENÍ ČINNÉHO VÝKONU STŘÍDAVÉHO PROUDU

Jména: Jiří Paar, Zdeněk Nepraš

Datum: 2. 11. 2007

Pracovní skupina: 4

### Úkol

1. Změřte činný výkon spotřebovávaný odporníkem a tlumivkou. Tento výkon zkorrigujte na spotřebu wattmetru.
2. Změřte napětí a proud, při kterém je činný výkon měřen.
3. Z naměřených hodnot vypočítejte absolutní a relativní chybu měření činného výkonu a dále vypočítejte zdánlivý výkon, jalový výkon, účinník odebíraného proudu a nakreslete fázorový diagram pro napětí a proud.

### Teoretický rozbor

Wattmetr ve skutečnosti měří výkon podle následujícího vztahu:  $P = U.I.\cos\varphi$ , kde  $\varphi$  je fázový posun mezi napětím a proudem. Pro stejnosměrné obvody je  $\varphi$  vždy roven 1. U střídavých obvodů záleží  $\varphi$  na typu zátěže. Je-li zátěž ryze induktivní nebo kapacitní bude wattmetr ukazovat 0, protože  $\varphi$  je roven 1 a  $\cos 1 = 0$ . Wattmetr neukazuje naměřený výkon, ale výkon se vypočte jako:  $P = \alpha_w.k_w$ , kde  $\alpha_w$  je výchylka wattmetru a  $k_w$  je konstanta wattmetru a vypočítá se takto:  $k_w = \frac{M_U.M_I}{D}$ , kde  $M_U$  a  $M_I$  jsou zvolené rozsahy napětí a proudu,  $D$  je max. počet dílků wattmetru.

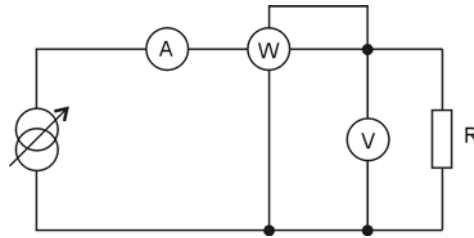
Při měření wattmetrem musíme provést drobnou korekci naměřené hodnoty. Vnitřní odpor voltmetru je velmi vysoký ( $10M\Omega$ ) a tedy výkon, který spotřebovává je zanedbatelný. Ovšem vnitřní odpor napěťové cívky je oproti voltmetru výrazně nižší a tedy i spotřebovaný výkon wattmetru již není zanedbatelný. Proto musíme od naměřeného výkonu tento výkon odečíst. Výsledný činný výkon tedy je  $P' = P - \frac{U^2}{R_U}$ , kde  $P$  je naměřený výkon,  $U$  je napětí na zátěži,  $R_U$  je odpor napěťové cívky.

Zdánlivý výkon se posléze vypočte jako:  $S = U.I$ , kde  $U$  je napětí na zátěži a  $I$  je proud procházející zátěží.

Jalový výkon se vypočte jako:  $Q = U.I.\sin\varphi$ ,  $U$  je napětí na zátěži,  $I$  je proud procházející zátěží a  $\varphi$  je úhel mezi napětím a proudem.

Účinník  $\cos\varphi$  se vypočítá z tohoto vztahu:  $\cos\varphi = \frac{P'}{S}$ .

Měření činného výkonu na odporníku



**Obrázek 1** Zapojení pro měření výkonu na R zátěži

Obvod zapojte dle schématu na obrázku 1. Hodnotu napětí, při kterém bude měření prováděno, určí vyučující.

Naměřené a vypočtené hodnoty

U [V]	I [A]	$\alpha_w$ [d]	$k_w$ [W/d]	P [W]	P' [W]	$\Delta_p$ [W]	$\delta_p$ [%]
50,6	0,51	105	0,25	26,25	25	0,2	0,6

S [VA]	Q [VAr]	$\cos\varphi$ [-]
25,81	6,52	0,9675

$$k_w = \frac{M_U \cdot M_I}{D} = \frac{60 \cdot 0,5}{120} = 0,25 [\text{W/d}]$$

$$P = \alpha_w \cdot k_w = 105 \cdot 0,25 = 26,25 [\text{W}]$$

$$P' = P - \frac{U^2}{R_U} = 26,25 - \frac{50,6^2}{0,51} = 24,97 [\text{W}]$$

$$\Delta_p = \frac{M_U \cdot M_I}{100} \cdot TP = \frac{60 \cdot 0,5}{100} \cdot 0,5 = 0,15 \pm \pm 0,2 [\text{W}]$$

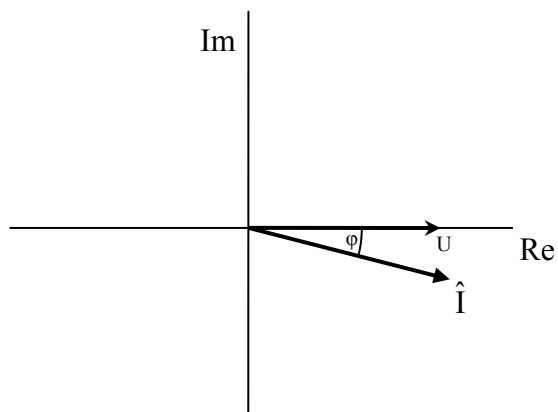
$$\delta_p = \frac{M_U \cdot M_I}{P} \cdot TP = \frac{60 \cdot 0,5}{24,97} \cdot 0,5 = \pm 0,6 [\%]$$

$$S = U \cdot I = 50,6 \cdot 0,51 = 25,81 [\text{VA}]$$

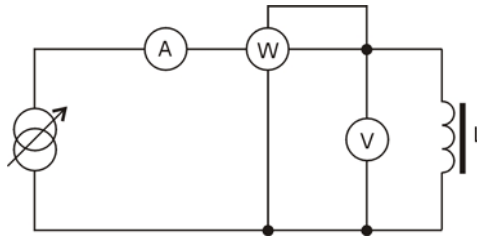
$$\cos\varphi = \frac{P'}{S} = \frac{24,97}{25,81} = 0,9675 \Rightarrow \varphi = \arccos 0,9675 = 14,65^\circ$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi = 50,6 \cdot 0,51 \cdot \sin 14,65 = 6,53 [\text{VAr}]$$

Fázorový diagram:



Měření činného výkonu na tlumivce



**Obrázek 2** Zapojení pro měření výkonu na R zátěži

Obvod zapojte dle schématu na obrázku 1. Hodnotu napětí, při kterém bude měření prováděno, určí vyučující.

Naměřené a vypočtené hodnoty

U [V]	I [A]	$\alpha_w$ [d]	$k_w$ [W/d]	P [W]	P' [W]	$\Delta_P$ [W]	$\delta_P$ [%]
140	0,24	17	0,5	8,5	3,6	0,3	3,53

S [VA]	Q [VAr]	$\cos\varphi$ [-]
33,6	33,41	0,1071

$$k_w = \frac{M_U \cdot M_I}{D} = \frac{120 \cdot 0,5}{120} = 0,5 [\text{W/d}]$$

$$P = \alpha_w \cdot k_w = 17 \cdot 0,5 = 8,5 [\text{W}]$$

$$P' = P - \frac{U^2}{R_U} = 8,5 - \frac{140^2}{4000} = 3,6 [\text{W}]$$

$$\Delta_P = \frac{M_U \cdot M_I}{100} \cdot TP = \frac{120 \cdot 0,5}{100} \cdot 0,5 = \pm 0,3 [\text{W}]$$

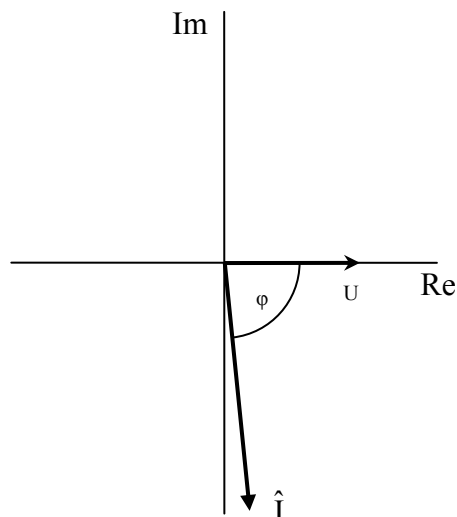
$$\delta_P = \frac{M_U \cdot M_I}{P} \cdot TP = \frac{120 \cdot 0,5}{8,5} \cdot 0,5 = \pm 3,53 [\%]$$

$$S = U \cdot I = 140 \cdot 0,24 = 33,6 [\text{VA}]$$

$$\cos\varphi = \frac{P'}{S} = \frac{3,6}{33,6} = 0,1071 \Rightarrow \varphi = \arccos\varphi = \arccos 0,1071 = 83,85^\circ$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi = 140 \cdot 0,24 \cdot \sin 83,85 = 33,41 [\text{VAr}]$$

Fázorový diagram:



### Použité přístroje

Označení ve schématu	Typ	Rozsah přístroje	Třída přesnosti	System	Inv. číslo
V	MS8205F	–	–	digitální	20051025609
A	Metra	1A	0,5	analogový	NE0001
W	Metra	60V,120V;0,5A	0,5	analogový	2-4
„Zdroj“	AC250K1D-C	250V/1A	–	digitální	–

### Závěr

Ideální odporník by měl mít pouze činný výkon. Jelikož při měření byl použit odporník s navinutým odporovým drátem, chová se do jisté míry jako cívka. Proto při měření byl naměřen činný výkon mnohem větší, než je vypočtený jalový výkon.

U tlumivky je činný výkon výrazně menší než jalový a tedy i účinník se blíží k jedničce. Oproti odporníku by měla tlumivka odebírat pouze jalový výkon a žádný činný výkon. Z důvodu, že tlumivka je navinuta z nějakého vodiče, který má určitě nějaký nenulový odpor, odebírá i malou část činného výkonu.