

8. Měření výkonů a účinníku jednofázové zátěže

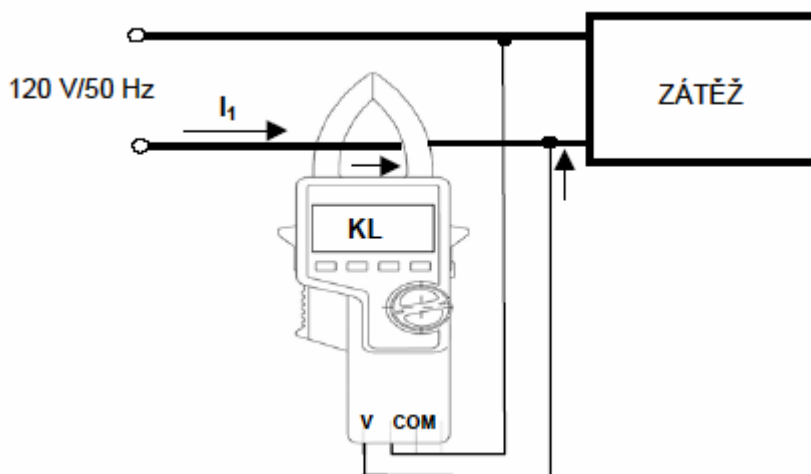
11.4.2005

Spolupracoval: Karel Koubek

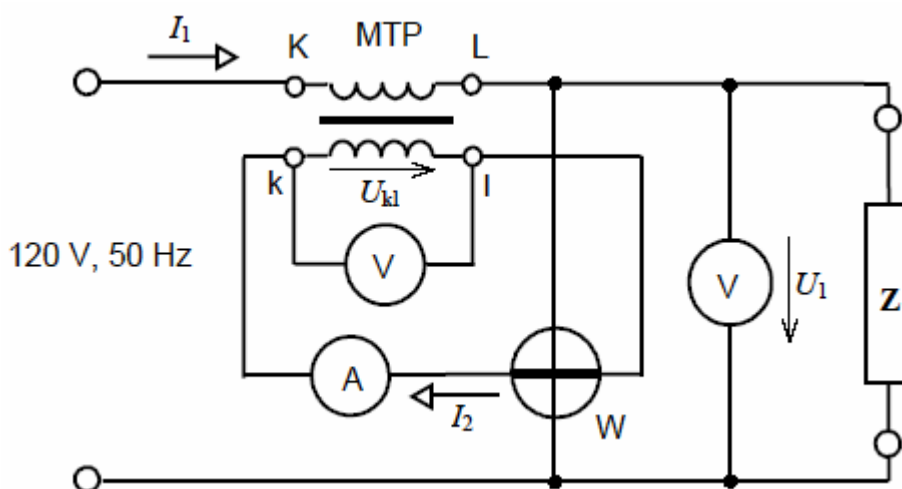
Úkol měření

1. Změřte činný výkon, účinník a zdánlivý výkon jednofázové zátěže. K měření použijte univerzální klešťový přístroj s číslicovým zobrazením, činný výkon změřte rovněž pomocí ručkového wattmetru a měřicího transformátoru proudu (MTP). Při měření činného výkonu určete v obou případech rozšířenou nejistotu typu B ($k_r = 2$). U výsledků měření pomocí ručkového wattmetru korigujte chybu metody, chybu úhlu MTP zanedbejte. Posuďte, zda rozdíl hodnot měřených oběma přístroji odpovídá jejich uvedené přesnosti.
2. Změřte napětí na sekundárním vinutí MTP a zkontrolujte, není-li překročeno dovolené zatížení transformátoru.

Schémata



Obr. 1 Měření činného výkonu, účinníku a zdánlivého výkonu pomocí univerzálního klešťového přístroje



Obr. 2 Zapojení pro měření činného výkonu jednofázové zátěže pomocí ručkového wattmetru

Teoretický rozbor úlohy

Univerzálním klešťovým přístrojem se měří v zapojení podle obrázku 1, příslušné údaje se přímo odečítají z displeje. Při měření účinníku musí být protékající proud alespoň 40 A, v našem případě tedy musíme přívodní vodič k zátěži alespoň třikrát obtočit kolem čelistí přístroje.

Pro měření výkonu pomocí ručkového wattmetru je nutno použít měřicí transformátor proudu (MTP), neboť proud zátěží překračuje rozsah wattmetru. Velikost změřeného činného výkonu se určí ze vztahu

$$P_m = P_W \cdot p_I = k_W \alpha p_I,$$

kde P_W je údaj wattmetru, k_W konstanta wattmetru (W/dílek), α výchylka wattmetru (dílků), p_I převod MTP. Určená hodnota p_m je zatížena chybou metody (spotřeba paralelní kombinace napěťové cívky wattmetru a voltmetru). Tuto chybu lze korigovat podle vztahu

$$P_K = P_m - \frac{U_1^2}{R_{nW} R_V} (R_{nW} + R_V),$$

kde P_K je korigovaná hodnota činného výkonu, U_1 napětí na zátěži, R_{nW} odpor napěťové cívky wattmetru, R_V odpor voltmetru. Nejistota měření se určí ze vztahu $P_m = P_W \cdot p_I$ podle vzorce

$$u_{P_m} = \sqrt{\left(\frac{\partial P_m}{\partial P_W} u_{P_W}\right)^2 + \left(\frac{\partial P_m}{\partial p_I} u_{p_I}\right)^2} = \sqrt{(p_I \cdot u_{P_W})^2 + (P_W \cdot u_{p_I})^2}$$

Údaje o přesnosti MTP platí pouze za předpokladu, že v sekundárním obvodu transformátoru není odebírán větší zdánlivý výkon S_j , než je uvedeno na štítku MTP. Musí platit vztah

$$Z_2 = \frac{U_{kl}}{I_2} \leq \frac{S_j}{I_{2j}^2}$$

kde Z_2 je velikost impedance připojené k sekundárnímu vinutí MTP, U_{kl} je úbytek napětí na svorkách $k - l$ MTP, I_2 měřená hodnota sekundárního proudu, I_{2j} jmenovitá hodnota sekundárního proudu MTP.

Seznam použitých přístrojů

univerzální klešťový přístroj Metra PK 430.1,

střídavý proud, rozsah 39,99 A, zákl. chyba 1% rozsahu

činný výkon, rozsah 3,999 kW, zákl. chyba 2% rozsahu

zdánlivý výkon, rozsah 3,999 kVA, zákl. chyba 2% rozsahu

účinník, rozsah -1 až 1, zákl. chyba 3% rozsahu

ručkový wattmetr, napěťový rozsah 120V, proudový rozsah 10A, TP=2

ručkový ampérmetr, rozsah 5A, TP=2

ručkový voltmetr, rozsah 240V, TP=2

ručkový voltmetr, rozsah 2,4V, TP=2

měřicí transformátor proudu, amp. sekund 5, třída 0,5, VA 5

zátěž

Naměřené hodnoty a jejich zpracování

1. Klešťový přístroj

$$I = 14,55 \text{ A}$$

$$u_p = k_r \cdot \frac{\frac{TP}{100} \cdot R}{\sqrt{3}} = 2 \cdot \frac{0,02 \cdot 3,999}{\sqrt{3}} = 0,092 \text{ kW}$$

$$P = 0,930 \pm 0,092 \text{ kW}$$

$$S = 1,840 \text{ kVA}$$

$$\cos \varphi = 0,50$$

2. Ručkový wattmetr

$$k_W = 10 \text{ W/dílek}$$

$$\alpha = 32 \text{ dílků}$$

$$P_W = k_W \cdot \alpha = 10 \cdot 32 = 320 \text{ W}$$

$$u_{p_W} = \frac{\frac{TP}{100} \cdot R}{\sqrt{3}} = \frac{0,02 \cdot 1200}{\sqrt{3}} = 13,9 \text{ W}$$

$$u_{p_i} = \frac{\frac{TP}{100} \cdot R}{\sqrt{3}} = \frac{0,005 \cdot 3}{\sqrt{3}} = 0,009$$

$$u_{p_m} = \sqrt{(p_I \cdot u_{p_W})^2 + (p_W \cdot u_{p_i})^2} = \sqrt{(3 \cdot 13,9)^2 + (320 \cdot 0,009)^2} = 84 \text{ W}$$

$$p_I = 3 \pm 0,009$$

$$P_m = P_W \cdot p_I = (960 \pm 84) \text{ W}$$

$$U_I = 124 \text{ V}$$

$$U_{kl} = 0,4 \text{ V}$$

$$I_2 = 4,9 \text{ A}$$

$$Z_2 = \frac{0,4}{4,9} \leq \frac{5}{25}; 0,08 \leq 5$$

Zhodnocení dosažených výsledků měření

Výkon odebíraný zátěží jsme změřili dvěma různými přístroji, intervaly naměřených hodnot se protínají. Při měření pomocí ručkového wattmetru jsme nepřekročili dovolené zatížení MTP.