

Sbírka příkladů

Příklad 1

V zapojení pro měření velkých výkonů ve stejnosměrné síti (podle obr. 1) bylo voltmetrem s vnitřním odporem $1\,000\ \Omega/V$ na rozsahu $60\ V$ změřeno napětí $48\ V$ a ampérmetrem byl změřen proud $60\ mA$. Určete skutečný příkon zátěže, absolutní a relativní chybu měření.

Řešení:

Nejprve vypočítáme příkon zátěže včetně vlastní spotřeby voltmetru (včetně chyby metody):

$$P = U_Z \cdot I = 48 \cdot 0,06 = 2,88\ W$$

Dále určíme vlastní spotřebu voltmetru, začneme výpočtem vnitřního odpor voltmetru:

$$R_V = r_i \cdot X_V = 1\,000 \cdot 60 = 60\,000\ \Omega$$

Vlastní spotřeba voltmetru:

$$\Delta P = \frac{U_Z^2}{R_V} = \frac{48^2}{60\,000} = 0,0384\ W$$

Skutečný příkon zátěže:

$$P = U_Z \cdot I - \Delta P = 48 \cdot 0,06 - 0,0384 = 2,84\ W$$

Vlastní spotřeba voltmetru je i absolutní chybou metody $\Delta_m = 0,0384\ W$.

Relativní chyba metody:

$$\delta_m = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{0,0384}{2,84} \cdot 100 = 1,35\ \%$$

Úloha 1

V zapojení pro měření velkých výkonů ve stejnosměrné síti (podle obr. 1) bylo voltmetrem s vnitřním odporem $600\ \Omega/V$ na rozsahu $300\ V$ změřeno napětí $218\ V$ a ampérmetrem byl změřen proud $0,2\ A$. Určete skutečný příkon zátěže, absolutní a relativní chybu měření.

Úloha 2

V zapojení pro měření velkých výkonů ve stejnosměrné síti (podle obr. 1) bylo voltmetrem s vnitřním odporem $2\,000\ \Omega/V$ na rozsahu $12\ V$ změřeno napětí $7,6\ V$ a ampérmetrem byl změřen proud $15\ mA$. Určete skutečný příkon zátěže, absolutní a relativní chybu měření.

Příklad 2

V zapojení pro měření velkých výkonů v jednofázové střídavé síti (podle obr. 5) bylo voltmetrem s vnitřním odporem $1\,000\ \Omega/V$ na rozsahu $60\ V$ změřeno napětí $42\ V$ a ampérmetrem byl změřen proud $0,6\ A$ a wattmetrem s vnitřním odporem $500\ \Omega/V$ za rozsahu $60\ V$ výkon $20\ W$. Určete skutečný příkon zátěže, účinník, absolutní a relativní chybu měření.

Řešení:

Nejprve vypočítáme vlastní spotřebu voltmetru a napěťové cívky wattmetru, začneme výpočty vnitřních odporů:

$$R_V = r_i \cdot X_V = 1\,000 \cdot 60 = 60\,000\ \Omega$$

$$R_{WN} = r_{WN} \cdot X_V = 500 \cdot 60 = 30\,000\ \Omega$$

Vlastní spotřeba voltmetru a napěťové cívky wattmetru:

$$\Delta P_V = \frac{U^2}{R_V} = \frac{42^2}{60\,000} = 0,0294\ W$$

$$\Delta P_{WN} = \frac{U^2}{R_{WN}} = \frac{42^2}{30\,000} = 0,0588 \text{ W}$$

$$\Delta P = \Delta P_V + \Delta P_{WN} = 0,0294 + 0,0588 = 0,0882 \text{ W}$$

Skutečný příkon zátěže:

$$P_Z = P - \Delta P = 20 - 0,0882 = 19,9 \text{ W}$$

Účinnost zátěže (výpočet ze změřených hodnot je dostatečně přesný):

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{20}{42 \cdot 0,6} = 0,794$$

Vlastní spotřeba napěťové cívky wattmetru a voltmetru je i absolutní chybou metody:

$$\Delta_m = 0,0882 \text{ W}$$

Relativní chyba metody:

$$\delta_m = \frac{\Delta P}{P_Z} \cdot 100 = \frac{0,0882}{19,9} \cdot 100 = 0,46 \%$$

Úloha 3

V zapojení pro měření velkých výkonů v jednofázové střídavé síti (podle obr. 5) bylo digitálním voltmetrem s vnitřním odporem 10 MΩ změřeno napětí 225 V a ampérmetrem byl změřen proud 1,2 A a wattmetrem s vnitřním odporem 200 Ω/V za rozsahu 300 V výkon 110 W. Určete skutečný příkon zátěže, účinnost, absolutní a relativní chybu měření, vlastní spotřebu voltmetru zanedbejte.

Příklad 3

V trojfázové síti je připojen naprázdno běžící asynchronní motor. K měření příkonu byl použit jeden wattmetr, voltmetr a ampérmetr. Přístroje byly zapojeny podle obr. 7. Wattmetrem změřený výkon je 110 W, fázové napětí 225 V a proud 1,5 A. Určete skutečný příkon a účinnost motoru. Vlastní spotřebu voltmetru a napěťové cívky wattmetru zanedbejte.

Řešení:

Nejprve vypočítáme příkon motoru

$$P = 3P_1 = 3 \cdot 110 = 330 \text{ W}$$

Účinnost motoru:

$$\cos \varphi = \frac{P}{3 \cdot U \cdot I} = \frac{330}{3 \cdot 225 \cdot 1,5} = 0,326$$

Úloha 4

V zapojení podle obrázku 8 byl jedním wattmetrem změřen výkon 775 W, sdružené napětí 390 V a proud 4,5 A. Určete skutečný příkon zátěže a její účinnost. Vlastní spotřebu voltmetru a napěťové cívky wattmetru nevažujte.

Úloha 5

V Aronově zapojení pro měření činného výkonu byly změřeny tyto výsledky: $P_1 = 1\,500 \text{ W}$, $P_2 = 735 \text{ W}$, $U = 385 \text{ V}$, $I = 4,5 \text{ A}$. Určete skutečný příkon zátěže a její účinnost. Vlastní spotřebu voltmetru a napěťové cívky wattmetru ne.

Příklad 5

V trojfázové síti je připojena nesymetrická zátěž. K měření příkonu byly použity tři wattmetry, tři ampérmetry a voltmetr. Wattmetry změřené výkony $P_1=1\,520\text{ W}$, $P_2=1\,310\text{ W}$ a $P_3=1\,830\text{ W}$, sdružené napětí $U=405\text{ V}$ a proudy $I_1=8,15\text{ A}$, $I_2=6,65\text{ A}$ a $I_3=8,95\text{ A}$. Určete činný příkon, zdánlivý příkon a celkový účinník zátěže.

Řešení:

Činný příkon:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1\,520 + 1\,310 + 1\,830 = 4\,660\text{ W}$$

Zdánlivý příkon:

$$S = \frac{U}{\sqrt{3}} (I_1 + I_2 + I_3) = \frac{405}{\sqrt{3}} (8,15 + 6,65 + 8,95) = 5\,553\text{ VA}$$

Celkový účinník:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{4\,660}{5\,553} = 0,839$$

Úloha 6

V trojfázové síti je připojena nesymetrická zátěž. K měření příkonu byly použity tři wattmetry, tři ampérmetry a voltmetr. Wattmetry změřené výkony $P_1=520\text{ W}$, $P_2=310\text{ W}$ a $P_3=630\text{ W}$, sdružené napětí $U=400\text{ V}$ a proudy $I_1=3,15\text{ A}$, $I_2=2,15\text{ A}$ a $I_3=3,95\text{ A}$. Určete činný příkon, zdánlivý příkon a celkový účinník zátěže.

Výsledky

Úloha 1: $R_V=180\text{ k}\Omega$, $\Delta P=\Delta_m=0,264\text{ W}$, $P=43,3\text{ W}$, $\delta_m=0,61\%$.

Úloha 2: $R_V=24\text{ k}\Omega$, $\Delta P=\Delta_m=2,41\text{ mW}$, $P=111,6\text{ mW}$, $\delta_m=2,16\%$. Výsledky

Úloha 3: $R_{WN}=60\text{ k}\Omega$, $\Delta P=\Delta_m=0,844\text{ W}$, $P=109,2\text{ W}$, $\delta_m=0,77\%$.

Úloha 4: $P=2\,325\text{ W}$, $\cos\varphi=0,765$.

Úloha 5: $P=2\,325\text{ W}$, $\cos\varphi=0,765$.

Úloha 6: $P=1\,460\text{ W}$, $S=2\,136\text{ VA}$, $\cos\varphi=0,683$.