



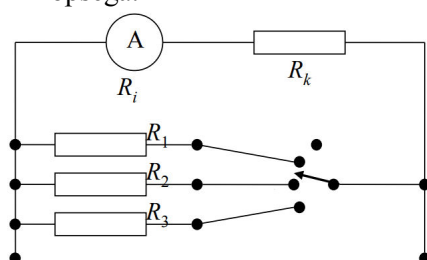
PITANJA

1. Prema ulozi u mernom procesu merna sredstva se dele na:

- merni pribor,
- merne instrumente,
- merne pretvarače.

2. Faktor oblika (*Form faktor*) predstavlja odnos efektivne vrednosti i srednje vrednosti ispravljenog električnog signala.

3. Dodatnim otpornicima realizuje se instrument sa više mernih opsega.



ZADACI

1. Imajući u vidu granice od $\pm 5\%$ u odnosu na nominalni napon, tražena verovatnoća može se predstaviti izrazom $P(380 \leq X \leq 420)$.

Potrebno je izvršiti preslikavanje pojedinih granica u standardizovanu normalnu raspodelu. Dobija se:

$$z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma} = \frac{380 - 408}{10} = -2.8,$$

$$z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma} = \frac{420 - 408}{10} = 1.2.$$

Prema tome, sada se tražena verovatnoća može predstaviti izrazom $P(-2.8 \leq Z \leq 1.2)$.

Iz tabele verovatnoća dobija se da je:

$$P(-2.8 \leq Z \leq 1.2) = P(Z \leq 1.2) - P(Z \leq -2.8),$$

$$P(Z \leq 1.2) = 0.8849,$$

$$P(Z \leq -2.8) = 1 - P(Z \leq 2.8) = 1 - 0.9974 = 0.0026,$$

$$P(-2.8 \leq Z \leq 1.2) = 0.8849 - 0.0026 = 0.8823.$$

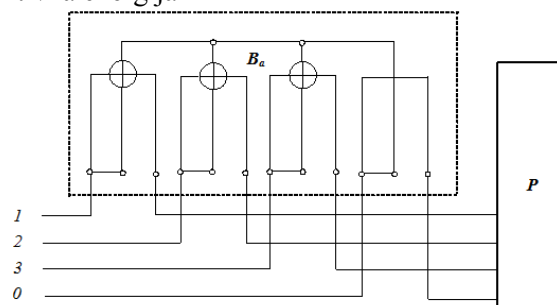
Potrebno je naglasiti da je pri izračunavanju tražene verovatnoće iskorišćena osobina simetričnosti standardizovane normalne raspodele u odnosu na srednju vrednost.

2. **Podaci** : $R_S = 1 \text{ k}\Omega$; $R = 100 \text{ k}\Omega$; $R/r = 100$;

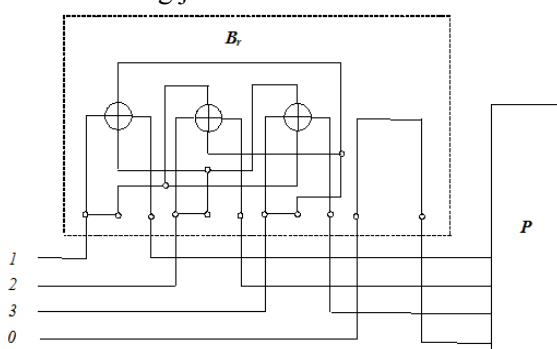
$$U_{Ki} = 1 \text{ V}; U_{Kx} = 0.8754 \text{ V}.$$

4. Šeme veza brojila za merenje aktivne i reaktivne energije u uravnoteženom trofaznom sistemu $3 \times 400/231 \text{ V}$

Aktivna energija



Reaktivna energija



Struja kroz etalon otpornik je:

$$U_{Ki} = R_S I_x \Rightarrow I_x = \frac{U_{Ki}}{R_S} = \frac{1}{1000} = 1 \text{ mA}$$

Napon na nepoznatom otporniku je:

$$U_x = \left(\frac{R}{r}\right) \cdot U_{Kx} = 100 \cdot 0.8754 = 87.54 \text{ V}$$

Približna vrednost otpora je:

$$R'_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{R_S}{U_{Ki}} \left(\frac{R}{r}\right) \cdot U_{Kx} = 87.54 \text{ k}\Omega$$

Tačna vrednost otpora je:

$$R_x = \frac{R_S U_{Kx}}{\left[\left(\frac{r}{R}\right) U_{Ki} - R_S \frac{U_{Kx}}{R}\right]} =$$

$$= \frac{1000 \cdot 0.8754}{\left[\frac{1}{100} - \frac{1000 \cdot 0.8754}{100 \cdot 10^3}\right]} = 702.568 \text{ k}\Omega$$

Apsolutna greška je

$$\Delta R_x = R'_x - R_x = 87.54 - 702.568 = -615.028 \text{ k}\Omega$$

a relativna

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{R'_x - R_x}{R_x} = -0.8754 \text{ } (-87.54\%)$$

3. Podaci: $U_n = 3 \times 400/231 \text{ V}$; $\alpha_{vf} = 115 \text{ pod.}$;
 $N_a = 18 \text{ ob.}$; $N_r = 36 \text{ ob.}$; $t_a = t_r = 9 \text{ s}$;
 $1 \text{ kWh} = 1200 \text{ ob.}$; $1 \text{ kvarh} = 2400 \text{ ob.}$;
 $\cos \varphi' = 0.95 \text{ induktivno.}$

Rešenje:

$$k_{ba} = 3000 \text{ Ws/ob}$$

$$k_{br} = 1500 \text{ vars/ob}$$

Za fazne napone je

$$k_{vf} = \frac{240}{120} = 2 \text{ V/pod}$$

$$U_f = k_{vf} \alpha_{vf} = 2 \cdot 115 = 230 \text{ V}$$

Međufazni (linijski) naponi su

$$U_l = \sqrt{3} \cdot U_f = \sqrt{3} \cdot 230 = 398.37 \approx 398 \text{ V}$$

Aktivna i reaktivna snaga su

$$P = k_{ba} N_a / t_a = 6000 \text{ W}$$

$$Q = k_{br} N_r / t_r = 6000 \text{ var}$$

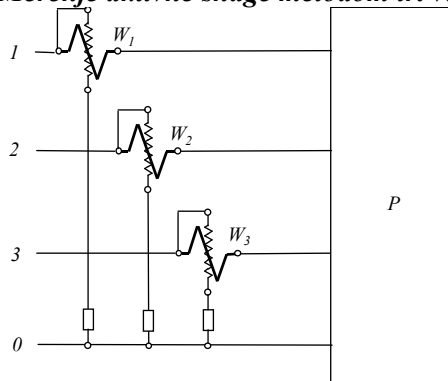
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 8485.3 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = P/S = 0.7071$$

$$\tan \varphi = Q/P = 1 \quad \varphi = 45^\circ$$

Opterećenje je pretežno induktivno.

Merenje aktivne snage metodom tri vatmetra



$$k_w = 20 \text{ W/pod}$$

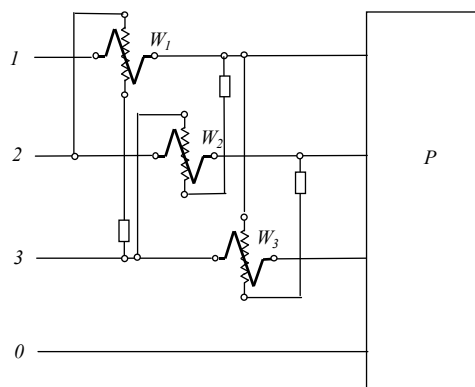
$$P = P_{w1} + P_{w2} + P_{w3}$$

$$P_{w1} = P_{w2} = P_{w3} = P_w$$

$$P = 3P_w \Rightarrow P_w = \frac{P}{3} = 2000 \text{ W}$$

$$\alpha_w = \frac{P_w}{k_w} = 100 \text{ pod.}$$

Merenje reaktivne snage metodom tri vatmetra



$$k_w = 40 \text{ W/pod}$$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{3}} (P_{w1} + P_{w2} + P_{w3})$$

$$P_{w1} = P_{w2} = P_{w3} = P_w \Rightarrow Q = \sqrt{3} P_w$$

$$\alpha_w = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot k_w} = 86.6 \text{ pod}$$

b) Napon i aktivna snaga ostali su isti pa je

$$U_f' = 230 \text{ V}, U_l' = 398 \text{ V},$$

$$P' = 6000 \text{ W}$$

Nova vrednost faktora snage je $\cos \varphi' = 0.95$,

a karakter potrošača je i dalje induktivan.

Tada je

$$\varphi' = 18.19^\circ, \tan \varphi' = 0.3287$$

$$S' = \frac{P'}{\cos \varphi'} = 6315.8 \text{ VA}$$

$$Q' = \sqrt{S'^2 - P'^2} = 1972.1 \text{ VAr}$$

$$I' = \frac{S'}{\sqrt{3} U_l'} = 9.162 \text{ A}$$

Brzina obrtanja koluta brojila aktivne energije ostala je ista.

Brzina brojila koluta reaktivne energije smanjila se za 67.13 %.

4.

Konstanta vatmetra je:

$$k_w = \frac{U_{ops} I_{ops}}{\alpha_{max}} = \frac{480 \cdot 10}{120} = 40 \frac{\text{W}}{\text{pod}}$$

Aktivna snaga je:

$$P = k_w (\alpha_{w1} + \alpha_{w2}),$$

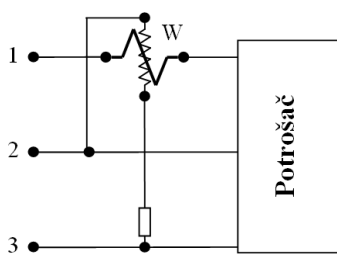
$$P = 40 \cdot (85 + 70) = 6200 \text{ W}.$$

Reaktivna snaga je:

$$Q = \sqrt{3} k_w (\alpha_{w2} - \alpha_{w1})$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot 40 \cdot (85 - 70) = 1039.2 \text{ var}.$$

b) Data je šema prikazana na narednoj slici.



Pokazivanje vatmetra je jednako:

$$P_W = U_{23} I_1 \cos \angle(\underline{U}_{23}, \underline{I}_1),$$

$$P_W = U_{23} I_1 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right),$$

$$P_W = U_{23} I_1 \sin \varphi,$$

odnosno:

$$P_W = U_l I \sin \varphi.$$

Šemom se može meriti reaktivna snaga:

$$Q = \sqrt{3} P_W = \sqrt{3} U_l I \sin \varphi.$$

Reaktivna snaga je:

$$Q = \sqrt{3} P_W = \sqrt{3} k_W \alpha_W,$$

$$\alpha_W = \frac{Q}{\sqrt{3} k_W} = 15 \text{ pod}.$$