



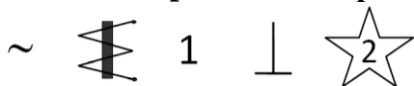
PITANJA

1. Dinamičke karakteristike mernog sredstva su:

- vremenska konstanta τ ,
- prirodna učestanost ω_n i
- faktor prigušenja ζ .

2. Otpor pri naizmeničnoj struji je veći zbog skin efekta i efekta blizine koji se javljaju pri proticanju naizmenične struje.

3. Oznake prikazane na pločici voltmerta



- (1) instrument za merenje naizmeničnog napona,
- (2) elektromagnetni instrument sa kretnim gvožđem,
- (3) klasa tačnosti instrumenta je 1,
- (4) instrument treba da bude u vertikalnom položaju tokom rada i
- (5) maksimalna vrednost trajno podnostivog napona prema zemlji (masi) je 2kV.

ZADACI

1. Tražena verovatnoća može se predstaviti izrazom $P(64 \leq X \leq 72)$. Potrebno je izvršiti preslikavanje pojedinih granica u standardizovanu normalnu raspodelu. Dobija se:

$$z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma} = \frac{64 - 60}{8} = 0.5,$$

$$z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma} = \frac{72 - 60}{8} = 1.5.$$

Prema tome, sada se tražena verovatnoća može predstaviti izrazom $P(0.5 \leq Z \leq 1.5)$. Iz tabele verovatnoća dobija se da je:

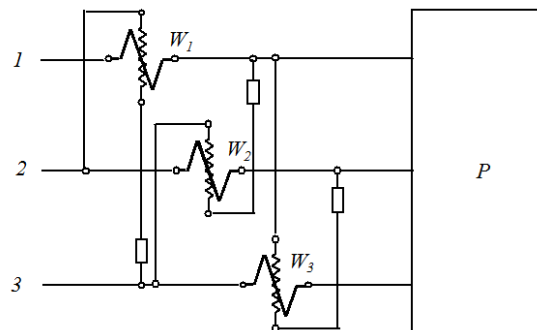
$$P(0.5 \leq Z \leq 1.5) = P(Z \leq 1.5) - P(Z \leq 0.5).$$

$$P(0.5 \leq Z \leq 1.5) = 0.9332 - 0.6915 = 0.2417.$$

2. Podaci: $R_S = 1 \Omega$; $U_{ks} = 1 \text{ V}$; $R/r = 10$;

$$R = 1 \text{ k}\Omega; U_{kn} = 0.967 \text{ V}$$

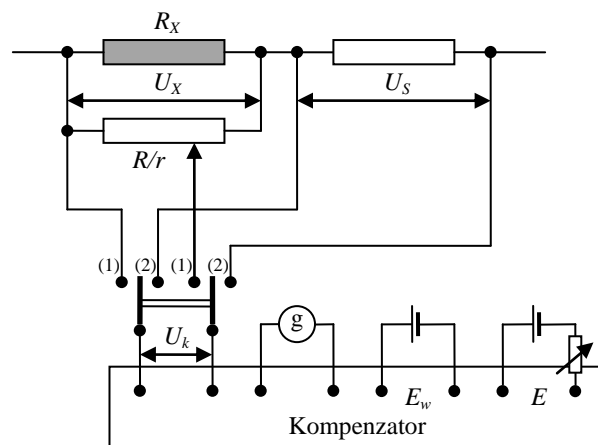
4. Šema za merenje reaktivne snage u trožičnom sistemu upotrebom tri vatmetra i relacije koje opisuju pokazivanja vatmetara.



$$P_{W1} = U_{23} I_1 \cos \angle(U_{23}, I_1)$$

$$P_{W2} = U_{31} I_2 \cos \angle(U_{31}, I_2)$$

$$P_{W3} = U_{12} I_3 \cos \angle(U_{12}, I_3)$$



Rešenje:

Približna vrednost otpora je:

$$I = \frac{U_{ks}}{R_S} = 1 \text{ A}$$

$$U_x = \frac{R}{r} U_{kn} = 10 \cdot 0.967 = 9.67 \text{ V}$$

$$R_x = \frac{U_x}{I} = 9.67 \Omega$$

Tačna vrednost otpora je:

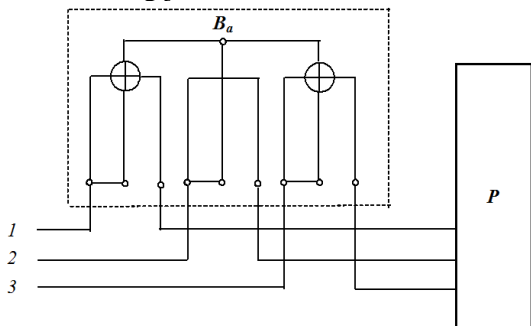
$$R_x = \frac{\left(\frac{R}{r}\right) R_S \frac{U_{kn}}{U_{ks}}}{1 - \left(\frac{R}{r}\right) \frac{R_S}{R} \frac{U_{kn}}{U_{ks}}} = \frac{10 \cdot 1 \cdot 0.967}{1 - 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1000} \cdot 0.967} = 9.764 \Omega$$

3. **Podaci:** $3 \times 400 \text{ V}$; $1 \text{ kWh} = 1600 \text{ ob}$;
 $1 \text{ kVarh} = 1600 \text{ ob}$; $v_{ba} = 2 \text{ ob/s}$; $\alpha_{w1} = 50 \text{ pod}$;
 $\alpha_{v1} = 130 \text{ pod}$.

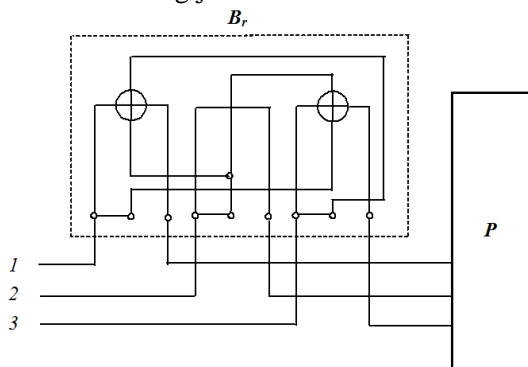
Rešenje:

a) Šema veza brojila aktivne i reaktivne energije.

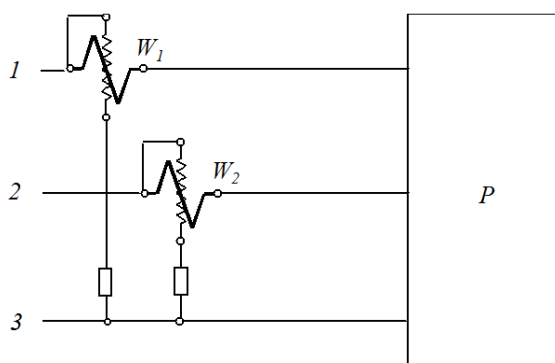
Aktivna energija



Reaktivna energija



b) Šema veza za merenje snage metodom dva vatmetra (Aronova veza).



c)

Konstante brojila su:

$$k_{ba} = \frac{3.6 \cdot 10^6}{1600} = 2250 \frac{\text{Ws}}{\text{ob}},$$

$$k_{br} = \frac{3.6 \cdot 10^6}{1600} = 2250 \frac{\text{vars}}{\text{ob}}.$$

Aktivna snaga je jednaka:

$$P = k_{ba} v_{ba} = 2250 \cdot 2 = 4500 \text{ W}.$$

Međufazni napon:

$$k_{v1} = \frac{450}{150} = 3 \frac{\text{V}}{\text{pod}},$$

$$U_l = k_{v1} \alpha_{v1} = 3 \cdot 130 = 390 \text{ V}.$$

Procena vrednosti struje

$$I \geq \frac{P}{\sqrt{3} U_l} = \frac{4500}{\sqrt{3} \cdot 390} = 6.66 \text{ A} > 5 \text{ A},$$

pa su strujni opsezi 10 A.

Konstanta vatmetra za Aronovu vezu:

$$k_w = \frac{U_{ops} I_{ops}}{\alpha_{max}} = \frac{450 \cdot 10}{150} = 30 \frac{\text{W}}{\text{pod}}.$$

Za Aronovu vezu važi:

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

pa se skretanje drugog vatmetra dobija kao:

$$\alpha_{w2} = \frac{P}{k_w} - \alpha_{w1} = \frac{4500}{30} - 50 = 100 \text{ pod}.$$

Reaktivna snaga je:

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

$$Q = \sqrt{3} \cdot 30 \cdot (50 - 100) = -2598.08 \text{ var}.$$

Prividna snaga je:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 5196.15 \text{ VA}.$$

Faktor snage i fazni ugao su:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{4500}{5196.15} = 0.866,$$

$$\varphi = -30^\circ.$$

Opterećenje u sistemu je pretežno kapacitivno.

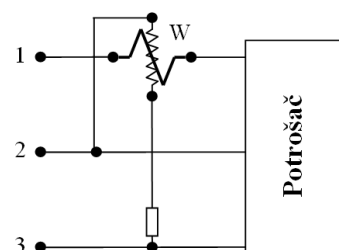
Struja u sistemu i skretanja ampermetara su:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U_l} = \frac{5196.15}{\sqrt{3} \cdot 390} = 7.69 \text{ A},$$

$$k_A = \frac{10}{100} = 0.1 \frac{\text{A}}{\text{pod}},$$

$$\alpha_A = \frac{I}{k_A} = \frac{7.69}{0.1} = 76.9 \text{ pod}.$$

4. a) Data je šema prikazana na narednoj slici.



Pokazivanje vatmetra je jednako:

$$P_W = U_{23} I_1 \cos \angle(U_{23}, I_1),$$

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

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

odnosno:

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

Šemom se može meriti reaktivna snaga:

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

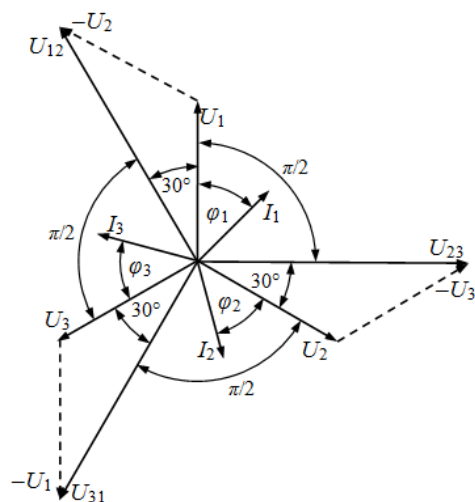
Konstanta vatmetra je:

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

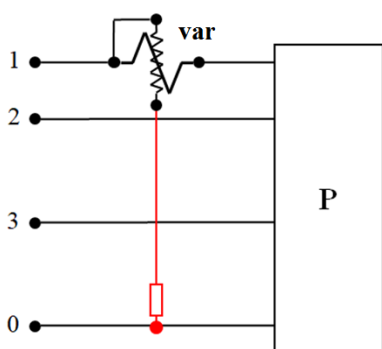
Reaktivna snaga je:

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

$$\alpha_W = \frac{Q}{\sqrt{3} k_W} = \frac{5674,4}{\sqrt{3} \cdot 40} = 82 \text{ pod}.$$



b) Šema za merenje reaktivne snage u uravnoteženom trofaznom sistemu je data na slici.



Pokazivanje varmetra je jednako:

$$Q_W = U_1 I_1 \sin \angle(\underline{U}_1, \underline{I}_1)$$

$$Q_W = U_f I \sin \varphi$$

Ukupna reaktivna snaga je:

$$Q = 3Q_W = 3U_f I \sin \varphi.$$

Vektorski dijagram napona i struja uravnoteženog sistema je prikazan na narednoj slici. (Nije bilo neophodno nacrtati ga.)

Konstanta varmetra je:

$$k_{var} = \frac{U_{ops} I_{ops}}{\alpha_{max}} = \frac{480 \cdot 10}{120} = 40 \frac{\text{var}}{\text{pod}}.$$

Reaktivna snaga je:

$$Q = 3Q_{var} = 3k_{var} \alpha_{var},$$

$$\alpha_{var} = \frac{Q}{3k_{var}} = \frac{5674,4}{3 \cdot 40} = 42,3 \text{ pod}.$$