



PITANJA

1. Tačna vrednost se nalazi u opsegu:
 $X' - 0.1\%X' - 1 \text{ dig} < X < X' + 0.1\%X' + 1 \text{ dig}$

Zamenom se dobija:

$$1000 - 1 - 1 < X < 1000 + 1 + 1,$$

$$998 < X < 1002.$$

2. Kod modelovanja varijacija merene brzine vetra koristi se Weibull-ova raspodela, a kod sunčevog zračenja Beta raspodela.

3. Otporni momenat je momenat koji se suprotstavlja kretanju kretnog sistema i omogućava njegovo zaustavljanje u položaju koji odgovara vrednosti merene veličine. Otporni momenat ima i funkciju da vrati kretni sistem u prvobitni položaj po prestanku dejstva merene veličine.

ZADACI

1. Skretanje instrumenta je funkcija srednje vrednosti ispravljenog signala. Kako je instrument sa dvosmernim ispravljanjem, za prostoperiodični signal faktor oblika koji predstavlja količnik efektivne i srednje vrednosti ispravljenog signala iznosi $K_p = 1.11$. Pomoću ovog faktora je instrument izbaždaren da pokazuje efektivnu vrednost.

Da bi se odredilo pokazivanje na instrumentu kada se dovede dati signal potrebno je odrediti srednju vrednost ispravljenog signala i tu vrednost pomnožiti sa K_p .

Srednja vrednost ispravljenog signala računa se pomoću izraza:

$$U_{sri} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt.$$

Na osnovu oblika signala dobija se da je:

$$U_{sri} = \frac{U_m}{2}.$$

Pošto je $U_m = 10 \text{ V}$, onda je $U_{sri} = 5 \text{ V}$.

Prema tome pokazivanje na instrumentu je:

$$U = K_p \cdot U_{sri} = 1.11 \cdot 5 = 5.55 \text{ V}$$

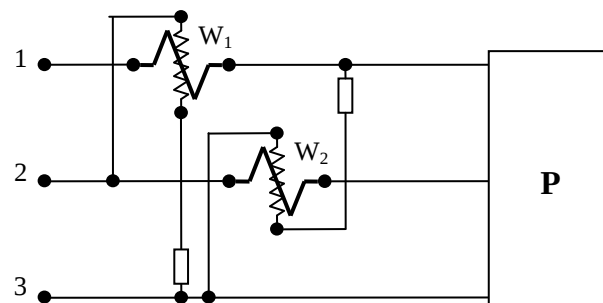
Da bi se na osnovu pokazivanja instrumenta mogla odrediti efektivna vrednost za ovakav tip signala potrebno je odrediti faktor oblika signala.

Postoje dva tipa otpornog momenta:

$M_o = f(\alpha)$, funkcija samo otklona,

$M_o = f(\alpha, x)$, funkcija merene veličine i otklona.

4.



Pokazivanja vatmetara u ovom slučaju su:

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

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

Efektivna vrednost signala se može izračunati na sledeći način:

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt},$$

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{T/2} \frac{4U_m^2}{T^2} t^2 dt},$$

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{8U_m^2}{T^3} \int_0^{T/2} t^2 dt},$$

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{8U_m^2}{T^3} \frac{t^3}{3} \Big|_0^{T/2}} = \sqrt{\frac{8U_m^2}{T^3} \frac{T^3}{24}} = \frac{\sqrt{3}U_m}{3}.$$

Prema tome faktor oblika za ovaj tip signala je:

$$K_t = \frac{U_{ef}}{U_{sri}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} = 1.1547.$$

Da bi se dobila korektna efektivna vrednost za dati oblik signala očitane vrednost sa instrumenta treba korigovati prema izrazu:

$$U_{ef}^{kor} = \frac{K_t}{K_p} U_{ef}^{izm} = \frac{1.1547}{1.11} U_{ef}^{izm} = 1.04 U_{ef}^{izm}$$

2. Kod određivanja napona izvora impedansa u kolu je:

$$\underline{Z} = R_e + \frac{1}{j\omega C_1} = 100 - j \frac{1}{2\pi 500 \cdot 10^{-6}},$$

$$\underline{Z} = (100 - j318.47) \Omega.$$

Prema tome za napon izvora se dobije vrednost:

$$U = |\underline{Z}| \cdot I_1 = 333.65 \cdot 0.06 = 20.02 \text{ V} \cong 20 \text{ V}.$$

Pri rezonansi ispunjen je uslov:

$$\omega^2 LC_2 = 1.$$

Odavde se, za induktivnost kalema dobija:

$$L = \frac{1}{\omega^2 C_2} = \frac{1}{(2\pi 500)^2 \cdot 2.5 \cdot 10^{-6}},$$

$$L = 0.0405 \text{ H}.$$

Otpornost kalema je:

$$R = \frac{U}{I_2} = \frac{20}{0.5} = 40 \Omega.$$

Ako se usvoji da je fazor struje u referentnoj osi, za fazore pojedinih napona dobija se:

- fazor napona izvora

$$\underline{U} = R \cdot I_2 = 20 \text{ V}$$

- fazor napona na kondenzatoru

$$\underline{U}_C = -\frac{1}{j\omega C} \cdot I_2 = -j \frac{1}{2\pi 100 \cdot 2.5 \cdot 10^{-6}} \cdot 0.5,$$

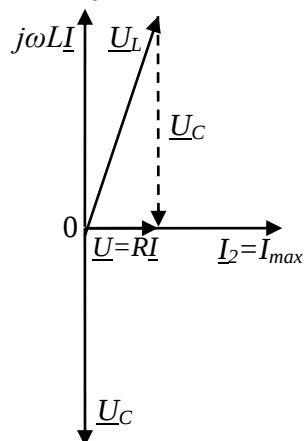
$$\underline{U} = -j63.66 \text{ V}.$$

- fazor napona na kalemu

$$\underline{U}_L = (R + j\omega L) \cdot I_2 = (40 + j2\pi 500 \cdot 0.0405) \cdot 0.5$$

$$\underline{U}_L = (20 + j63.66) \Omega.$$

Fazorski dijagram dat je na slici:



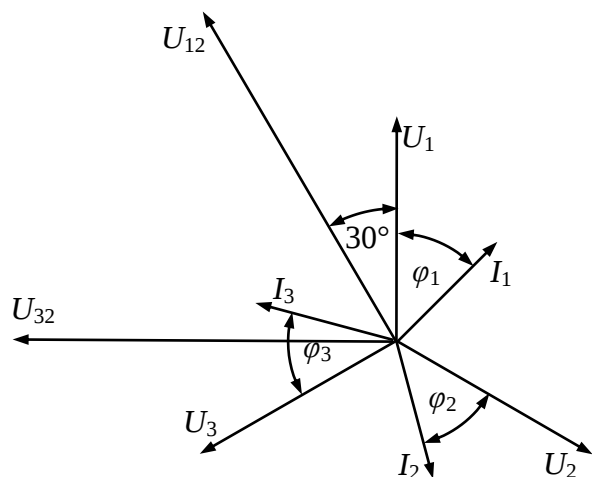
3. Sa date šeme je očigledno da je u pitanju Aronova šema. Na osnovu relacija pokazivanja vatmetara i vektorskog dijagrama prikazanog na slici, može se pokazati da je skretanje vatmetra W_2 veće od skretanja vatmetra W_1 .

Pokazivanja vatmetara W_1 i W_2 mogu se dobiti pomoću sledećih relacija:

$$P_{W1} = U_{12} I_1 \cos \angle(\underline{U}_{12}, \underline{I}_1) = U_{12} I_1 \cos(\varphi_1 + 30^\circ),$$

$$P_{W2} = U_{32} I_3 \cos \angle(\underline{U}_{32}, \underline{I}_3) = U_{32} I_3 \cos(\varphi_3 - 30^\circ).$$

Na osnovu toga se zaključuje da je $\alpha_{W1} = 30^\circ$, a $\alpha_{W2} = 70^\circ$.



Slika. Vektorski dijagram napona i struja za šemu na slici

Za međufazne napone konstanta voltmetara je:

$$k_V = \frac{U_{opsl}}{\alpha_{Vmax}} = \frac{480}{120} = 4 \frac{\text{V}}{\text{pod}}.$$

Međufazni naponi su:

$$U_l = k_V \alpha_{Vl} = 100 \cdot 4 = 400 \text{ V}.$$

Konstanta ampermetra je:

$$k_A = 0.1 \frac{\text{A}}{\text{pod}}.$$

Tada je konstanta vatmetra za Aronovu vezu:

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

Aktivna snaga se računa pomoću naredne relacije:

$$P = k_W (\alpha_{W1} + \alpha_{W2}),$$

$$P = 40 \cdot (30 + 70) = 4000 \text{ W}.$$

Pošto je po uslovu zadatka u pitanju induktivni potrošač onda se za reaktivnu snagu dobija:

$$Q = \sqrt{3} k_W (\alpha_{W2} - \alpha_{W1}),$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot 40 \cdot (70 - 30) = 2771.3 \text{ var}.$$

Prividna snaga je:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

$$S = \sqrt{4000^2 + 2771.3^2} = 4866.2 \text{ VA}.$$

Opterećenje je pretežno induktivno.

Faktor snage je: $\cos \phi = \frac{P}{S} = 0.822$, a fazni ugao:

$$\phi = 34.7^\circ.$$

Struja je jednaka:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U_l} = \frac{4866.2}{\sqrt{3} \cdot 400} = 7.024 \text{ A}.$$

Skretanja ampermetara iznose:

$$\alpha_A = \frac{I}{k_A} = \frac{7.024}{0.1} = 70.24 \text{ pod}.$$

Konstante brojila su:

$$k_{ba} = \frac{3.6 \cdot 10^6}{1800} = 2000 \frac{\text{Ws}}{\text{ob}},$$

$$k_{br} = \frac{3.6 \cdot 10^6}{1800} = 2000 \frac{\text{vars}}{\text{ob}}.$$

Brzine brojila aktivne i reaktivne energije su:

$$v_{ba} = \frac{P}{k_{ba}} = \frac{4000}{2000} = 2 \frac{\text{ob}}{\text{s}},$$

$$v_{br} = \frac{Q}{k_{br}} = \frac{2771.3}{2000} \cong 1.386 \frac{\text{ob}}{\text{s}}.$$

b) Da bi se popravio faktor snage potrebno je dodati kapacitivni potrošač:

$$\cos \phi = 0.95 \Rightarrow \tan \phi = 0.329.$$

Dodavanjem potrošača za ukupnu reaktivnu snagu će se dobiti:

$$Q_u = P \cdot \tan \phi = 4000 \cdot 0.329 = 1316 \text{ var}.$$

Reaktivna snaga dodatnog potrošača je:

$$Q_d = Q_u - Q,$$

$$Q_d = 1316 - 2771.3 = -1455.3 \text{ var}.$$

Za vezu na slici važi:

$$\alpha_{w1} + \alpha_{w2} = \frac{P}{k_w} = \frac{4000}{40} = 100,$$

$$\alpha_{w2} - \alpha_{w1} = \frac{Q_u}{\sqrt{3}k_w} = \frac{1316}{\sqrt{3} \cdot 40} \cong 19.$$

Rešavanjem ove dve jednačine dobija se da su skretanja vatmetara jednaka:

$$\alpha_{w1} = 40,5 \text{ pod i } \alpha_{w2} = 59,5 \text{ pod}.$$

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:

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

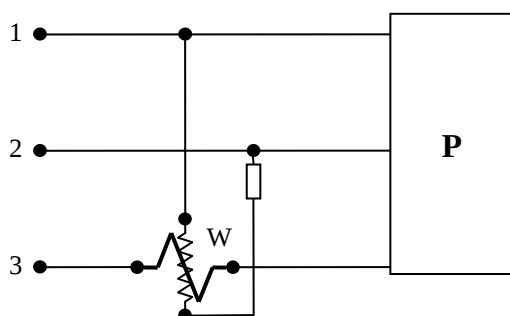
$$P = 40 \cdot (91 + 77) = 6720 \text{ W}.$$

Reaktivna snaga je:

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

$$Q = \sqrt{3} \cdot 40 \cdot (91 - 77) = 969.95 \text{ var}.$$

b) Data je šema prikazana na narednoj slici.



Pokazivanje vatmetra je jednako:

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

$$P_w = U_{12} I_3 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right),$$

$$P_w = U_{12} I_3 \sin \phi,$$

odnosno:

$$P_w = U_l I \sin \phi.$$

Šemom se može meriti reaktivna snaga:

$$Q = \sqrt{3}P_w = \sqrt{3}U_l I \sin \phi.$$

Reaktivna snaga je:

$$Q = \sqrt{3}P_w = \sqrt{3}k_w \alpha_w,$$

$$\alpha_w = \frac{Q}{\sqrt{3}k_w} = 14 \text{ pod}.$$