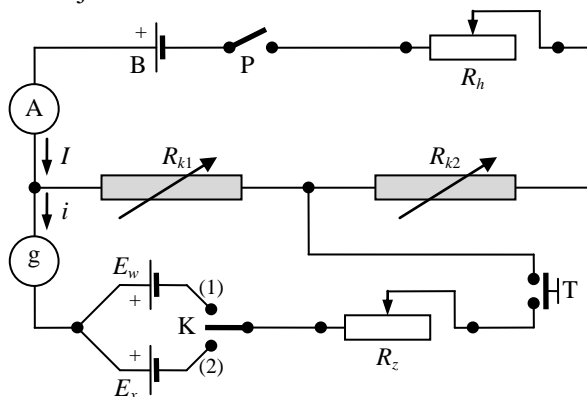




PITANJA

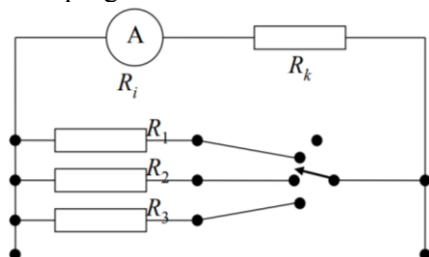
1. Prag pokretljivosti mernog signala je minimalna vrednost ulaznog signala koja izaziva uočljivu promenu izlaznog signala.

2. Šema je data na slici.



Pomoću ovog kompenzatora u kolima jednosmerne struje može da se meri napon, struja, električni otpor i aktivna snaga

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



ZADACI

1. Dati signal može se predstaviti preko izraza:

$$u(t) = \begin{cases} U_m, & 0 \leq t \leq T/2 \\ 0, & T/2 < t \leq T \end{cases}$$

Srednja vrednost datog signala je:

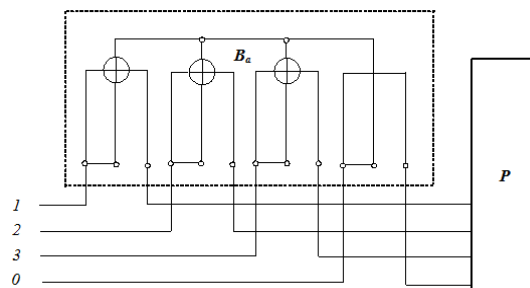
$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} U_m dt,$$

$$U_{sr} = \frac{U_m}{T} t \Big|_0^{T/2} = \frac{U_m}{T} \frac{T}{2} = \frac{U_m}{2}.$$

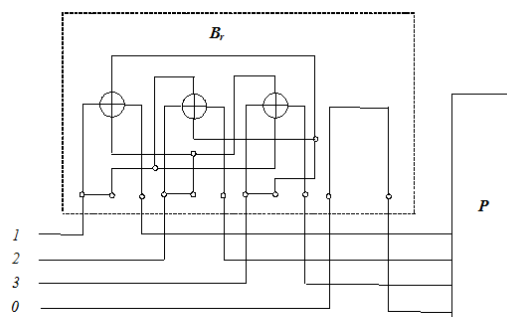
Efektivna vrednost datog signala je:

4. Šeme veza brojila za merenje aktivne i reaktivne energije u uravnoteženom trofaznom sistemu 3x400/231 V

Aktivna energija



Reaktivna energija



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

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

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

2. Podaci: $R_s = 0.01 \Omega$; $R_1 = R_3 = (0.1 \div 999.9) \Omega$;

$l = 1 \text{ m}$; $d_1 = 1 \text{ mm}$; $d_2 = 3 \text{ mm}$,

$\rho_{Cu} = 0.0175 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$;

$R_2 = R_4 = 10; 50; 60; 100; 110; 150; 160 \Omega$

Rešenje:

Iz ravnoteže mosta nepoznati otpor je

$$R_x = \begin{cases} R_s \frac{R_1}{R_2} & R_x \geq R_s \\ R_s \frac{R_2}{R_1} & R_x \leq R_s \end{cases}$$

2.1 Za $R_{1\min} = 0.1 \Omega$ i $R_{2\max} = 160 \Omega$ dobija se

$$R_{x\min} = 6.25 \mu \Omega.$$

Za $R_{1\max} = 999.9 \Omega$ i $R_{2\min} = 10 \Omega$ dobija se

$$R_{x\max} = 0.9999 \Omega$$

2.2 Računske vrednosti otpora bakarnih provodnika su

$$R_l = \rho_{Cu} \frac{4l}{d^2 \pi}$$

- za provodnik prečnika 1 mm

$$R_1 = 0.0175 \cdot 10^{-6} \frac{4 \cdot 1}{(1 \cdot 10^{-3})^2 \pi} = 0.02228169 \Omega$$

- za provodnik prečnika 3 mm

$$R_3 = 0.0175 \cdot 10^{-6} \frac{4 \cdot 1}{(3 \cdot 10^{-3})^2 \pi} = 0.00247574 \Omega$$

Za provodnik prečnika 1 mm sada je

$$R_x \geq R_s \Rightarrow \frac{R_x}{R_s} = \frac{0.02228169}{0.01} = 2.228169$$

Prema tome, trebalo bi da bude i

$$\frac{R_1}{R_2} = 2.228169$$

Pošto se najpre bira vrednost otpora R_2 , tada bi odgovarajuća vrednost otpora R_1 bila

$$R_1 = 2.228169 R_2$$

Pošto dekadne kutije otpora imaju samo 4 dekade, dovoljno je raditi sa 4 cifre, tako da je

$$R_1 \approx 2.228 \cdot R_2$$

Za sve moguće vrednosti otpora R_2 potrebne vrednosti otpora R_1 date su u tabeli 1. Iz tabele se vidi da zadovoljavaju svi slučajevi kada je otpor $R_2 \geq 50 \Omega$.

Analogno, za provodnik prečnika 3 mm je

$$R_x \leq R_s \Rightarrow \frac{R_x}{R_s} = \frac{0.00247574}{0.01} = 0.247574$$

Prema tome, trebalo bi da bude i

$$\frac{R_2}{R_1} = 0.247574$$

Ako se radi sa samo 4 cifre, treba da je

$$R_1 = \frac{R_2}{0.2476}$$

Za sve kombinacije vrednosti otpora R_2 potrebne vrednosti otpora R_1 date su u tabeli 2. Iz tabele se vidi da zadovoljavaju svi slučajevi kada je otpor $R_2 \geq 50 \Omega$.

Tabela 1.

$R_2 (\Omega)$	10	50	60	100	110	150	160
$R_1 (\Omega)$	22.28	111.1	133.68	222.8	245.98	334.2	356.48

Tabela 2

$R_2 (\Omega)$	10	50	60	100	110	150	160
$R_1 (\Omega)$	40.38	201.94	242.33	403.88	444.26	605.81	646.20

3. $k_{ba} = 1500 \text{ Ws/ob}$;

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

Aktivna i reaktivna snaga su:

$$P = k_{ba} \frac{N_a}{t_a} = 5196 \text{ W} ,$$

$$Q = k_{br} \frac{N_r}{t_r} = -3000 \text{ var} .$$

Prividna snaga je jednaka:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 6000 \text{ VA}$$

Faktor snage i karakter priključenog opterećenja:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = 0.866$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} = -0.577 , \quad \varphi = -30^\circ$$

Opterećenje je pretežno kapacitivno.

$$\text{Struja je: } I = \frac{S}{\sqrt{3} U_l} = 8.62 \text{ A}$$

Koriste se strujni opsezi ampermetara i vatmetara 10 A.

Tada je:

$$k_A = 0.1 \frac{\text{A}}{\text{pod}} , \quad \alpha_A = 86.2 \text{ pod}$$

b) Nova skretanja ampermetara i struja su:

$$\alpha'_A = 0.95 \cdot \alpha_A = 0.95 \cdot 86.2 = 81.89 \text{ pod}$$

$$I' = k_A \cdot \alpha'_A = 0.1 \cdot 81.89 = 8.189 \text{ A}$$

Prividna, aktivna i reaktivna snaga:

$$S' = \sqrt{3} \cdot U_l I' = \sqrt{3} \cdot 401.84 \cdot 8.189 = 5699.6 \text{ VA} ,$$

$$P' = 1.05 \cdot P = 5455.8 \text{ W} ,$$

$$Q' = \sqrt{S'^2 - P'^2} = 1649.15 \text{ var} .$$

Nove vrednosti brzina obrtanja brojila:

- aktivno

$$v_{ba} = \frac{P'}{k_{ba}} = \frac{5455.8}{1500} = 3.64 \frac{\text{obr}}{s}$$

- reaktivno

$$v_{br} = \frac{Q'}{k_{br}} = \frac{1649.15}{1500} = 1.1 \frac{\text{obr}}{s}$$

Kolut brojila aktivne energije je vrlo malo ubrzao, dok je kolut brojila reaktivne energije usporio i promenio smer obrtanja.

b2) Faktor snage i karakter priključenog opterećenja:

$$\cos \phi = \frac{P'}{S'} = 0.9572 \quad ,$$

$$\tan \phi = \frac{Q'}{P'} = 0.3023$$

$$\phi' = 16.82^\circ$$

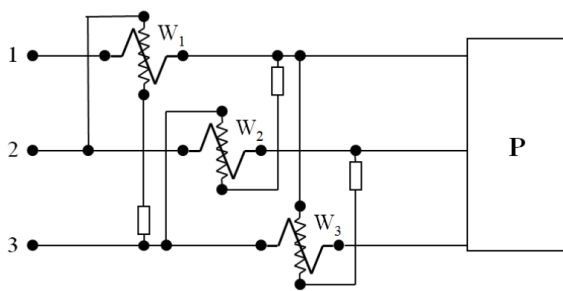
Opterećenje je postalo pretežno induktivno.

U sistem je uključen induktivni potrošač čija je snaga

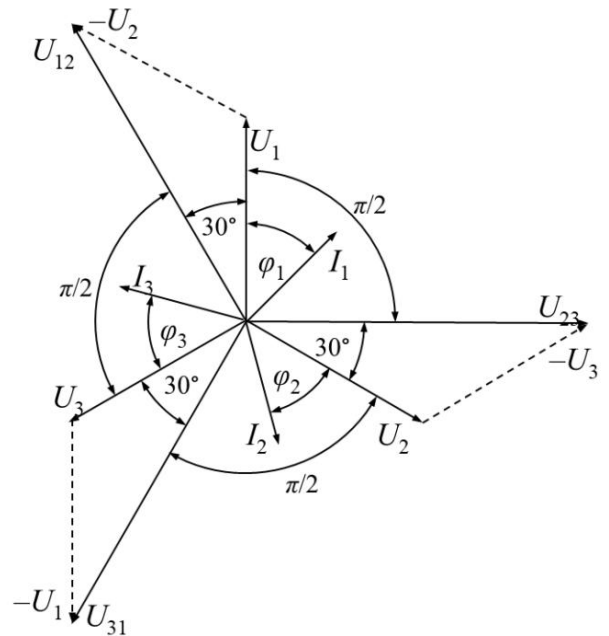
$$P = 259.8 \text{ W}$$

$$Q = 4649.15 \text{ var}$$

4. Šema veza:



Vektorski dijagram napona i struja



b)

Konstanta vatmetra je:

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

Reaktivna snaga se dobija korišćenjem izraza:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{3}} (P_{W1} + P_{W2} + P_{W3}),$$

gde su:

$$P_{W1} = k_W \alpha_{W1} = 30 \cdot 85 = 2460 \text{ W} ,$$

$$P_{W2} = k_W \alpha_{W2} = 30 \cdot 100 = 2580 \text{ W} ,$$

$$P_{W3} = k_W \alpha_{W3} = 30 \cdot 110 = 2730 \text{ W} .$$

Reaktivna snaga potrošača je: $Q = 4486 \text{ var}$