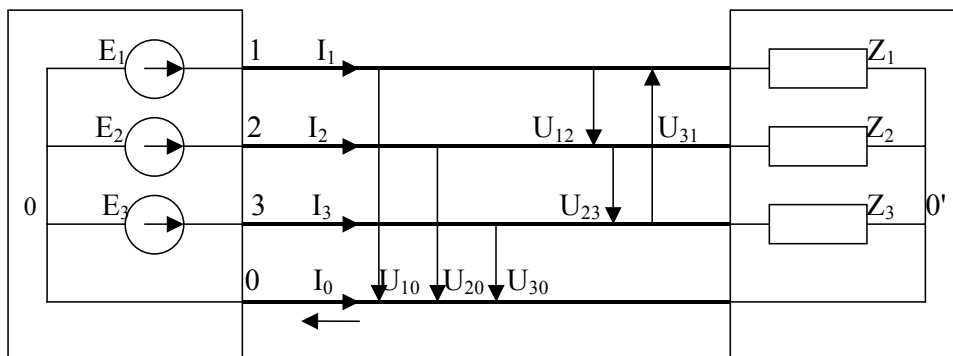


Kolmefaasiline ahel



<p>Tähtühendus, sümmeetriline ahel</p> <p>Liini- (faasi)voolud: $I_1 = I_2 = I_3$; (joonisel $\varphi = \pi/6$)</p> <p>Faasipinged: $U_{10} = U_{20} = U_{30} = U_f$</p> <p>Liinipinged: $U_{12} = U_{23} = U_{31} = U$</p> <p>Voolude summa: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$.</p>	<p>Kolmnurkühendus, sümmeetriline ahel</p> <p>Faasivoolud: $I_{12} = I_{23} = I_{31} = I_f$ (joonisel $\varphi = \pi/6$)</p> <p>Liinivoolud: $I_1 = I_2 = I_3 = I$</p> <p>Liini(faasi)pinged: $U_{12} = U_{23} = U_{31} = U$</p> <p>Liinivoolude summa: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$.</p>

Sümmeetriline ahel ja toide, tähtühendus

Näide 1. Antud faasitakistused R_f ja X_f , liinipinge U , leida faasivool I_f , liinivool I , aktiivvõimsus P , reaktiivvõimsus Q ja näivvõimsus (koguvõimsus) S .

$R_f = 9 \Omega$, $X_f = 12 \Omega$, $U = 52 \text{ V}$.

Lahendus

Faasipinge $U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{52}{\sqrt{3}} = 30 \text{ V}$. **Faasi näivtakistus** $Z_f = \sqrt{R_f^2 + X_f^2} = 15 \Omega$.

Faasivool $I_f = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{30}{15} = 2 \text{ A} = I$. **Faasi aktiivvõimsus** $P_f = I_f^2 R_f = 2^2 \cdot 9 = 36 \text{ W}$.

Summaarne aktiivvõimsus $P = 3P_f = 3 \cdot 36 = 108 \text{ W}$.

Näivvõimsus $S = \sqrt{3}UI = 3U_f I_f = 3I_f^2 Z_f = 180 \text{ VA}$.

Reaktiivvõimsus $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 3I_f^2 X_f = 144 \text{ var}$.

Näide 2. Antud faasitakistused R_f , X_{Lf} ja X_{Cf} , liinipinge U , leida faasivool I_f , liinivool I , aktiivvõimsus P , reaktiivvõimsus Q ja näivvõimsus (koguvõimsus) S .

$$R_f = 2 \Omega, X_{Lf} = 6 \Omega, X_{Cf} = 1,42 \Omega, U = 34,6 \text{ V.}$$

Lahendus

Faasipinge $U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{34,6}{\sqrt{3}} = 20 \text{ V}$. **Faasi näivtakistus**

$$Z_f = \sqrt{R_f^2 + (X_{Lf} - X_{Cf})^2} = \sqrt{2^2 + 4,58^2} = 5 \Omega.$$

Faasivool $I_f = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{20}{5} = 4 \text{ A} = I$. **Faasi aktiivvõimsus** $P_f = I_f^2 R_f = 4^2 \cdot 2 = 32 \text{ W}$.

Summaarne aktiivvõimsus $P = 3P_f = 3 \cdot 32 = 96 \text{ W}$.

Näivvõimsus $S = \sqrt{3}UI = 3U_f I_f = 3I_f^2 Z_f = 240 \text{ VA}$.

Reaktiivvõimsus $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 3I_f^2 (X_{Lf} - X_{Cf}) = 220 \text{ var}$.

Sümmeetriline ahel ja toide, kolmnurkühendus

Näide 3. Antud faasitakistused R_f ja X_{Cf} , liinipinge U , leida faasivool I_f , liinivool I , aktiivvõimsus P , reaktiivvõimsus Q ja näivvõimsus (koguvõimsus) S .

$$R_f = 12 \Omega, X_{Cf} = 16 \Omega, U = 60 \text{ V.}$$

Lahendus

Faasipinge $U_f = U = 60 \text{ V}$. **Faasi näivtakistus** $Z_f = \sqrt{R_f^2 + X_{Cf}^2} = 20 \Omega$.

Faasivool $I_f = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{60}{20} = 3 \text{ A}$. **Liinivool** $I = \sqrt{3}I_f$.

Faasi aktiivvõimsus $P_f = I_f^2 R_f = 3^2 \cdot 12 = 108 \text{ W}$.

Summaarne aktiivvõimsus $P = 3P_f = 3 \cdot 108 = 324 \text{ W}$.

Näivvõimsus $S = \sqrt{3}UI = 3U_f I_f = 3I_f^2 Z_f = 540 \text{ VA}$.

Reaktiivvõimsus $Q = -\sqrt{S^2 - P^2} = 3I_f^2 (-X_{Cf}) = -432 \text{ var}$.

Näide 4. Antud faasitakistused R_f , X_{Lf} ja X_{Cf} , liinipinge U , leida faasivool I_f , liinivool I , aktiivvõimsus P , reaktiivvõimsus Q ja näivvõimsus (koguvõimsus) S .

$$R_f = 6 \Omega, X_{Lf} = 2 \Omega, X_{Cf} = 10 \Omega, U = 30 \text{ V.}$$

Lahendus

Faasipinge $U_f = U = 30 \text{ V}$. **Faasi näivtakistus** $Z_f = \sqrt{R_f^2 + (X_{Lf} - X_{Cf})^2} = 10 \Omega$.

Faasivool $I_f = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{30}{10} = 3 \text{ A}$. **Liinivool** $I = \sqrt{3}I_f = 5,2 \text{ A}$.

Faasi aktiivvõimsus $P_f = I_f^2 R_f = 3^2 \cdot 6 = 54 \text{ W}$.

Summaarne aktiivvõimsus $P = 3P_f = 3 \cdot 54 = 162 \text{ W}$.

Näivvõimsus $S = \sqrt{3}UI = 3U_f I_f = 3I_f^2 Z_f = 270 \text{ VA}$.

Reaktiivvõimsus $Q = -\sqrt{S^2 - P^2} = 3I_f^2 (X_{Lf} - X_{Cf}) = -216 \text{ var}$.

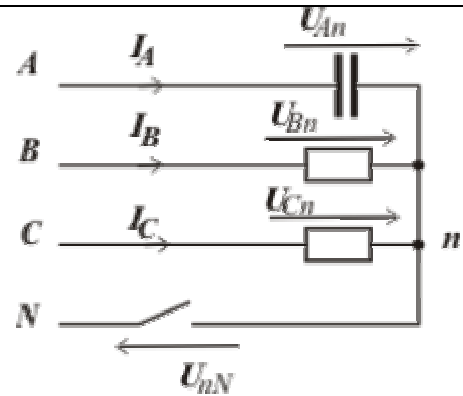
Sümmeetriline toide, mittesümmeetriline ahel, tähtühendus

Näide 5. Antud faaside komplekstakistused, Z_A , Z_B ja Z_C , liinipinge U (sümmeetriline pärijärgnevusega süsteem). Leida kõik voolud, aktiivvõimsus P , reaktiivvõimsus Q ja näivvõimsus (koguvõimsus) S kahel juhtumil:

- neutraaljuhe puudub (lüliti avatud);
- neutraaljuhtme takistus on null (lüliti suletud).

Andmed: $Z_A = -j10 \Omega$, $Z_B = 10 \Omega$, $Z_C = 10 \Omega$, $U = 380 \text{ V}$.

Faasijuhtivused $Y_A = 1/-j10 = j0,1 \text{ S}$, $Y_B = 0,1 \text{ S}$, $Y_C = 0,1 \text{ S}$.



a) Neutraaljuhe puudub

Toitesüsteemi faasipinge $U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V}$

Faasipingete süsteem:

$$\begin{aligned} \underline{U}_A &= 220 \angle 0^\circ, \\ \underline{U}_B &= 220 \angle -120^\circ = -110 - j190,5, \\ \underline{U}_C &= 220 \angle +120^\circ = -110 + j190,5. \end{aligned}$$

Tarbija neutraalpunkti nihkepinge

$$\begin{aligned} U_{nN} &= \frac{U_A Y_A + U_B Y_B + U_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C} = \frac{U_A (Y_A + a^2 Y_B + a Y_C)}{Y_A + Y_B + Y_C}; \\ U_{nN} &= \frac{220 \cdot 0,1(j + a^2 + a)}{0,1(j + 2)} = \frac{220(j-1)(2-j)}{(2+j)(2-j)} = \frac{220}{5}(-1 + j3) = -44 + j132. \end{aligned}$$

Tarbija faasipinged

$$\begin{aligned} \underline{U}_{An} &= \underline{U}_A - \underline{U}_{nN} = 220 + 44 - j132 = 264 - j132; \\ \underline{U}_{Bn} &= \underline{U}_B - \underline{U}_{nN} = -110 - j190,5 + 44 - j132 = -66 - j322,5; \\ \underline{U}_{Cn} &= \underline{U}_C - \underline{U}_{nN} = -110 + j190,5 + 44 - j132 = -66 + j58,5; \end{aligned}$$

Tarbija faasivoolud

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{U}_{An} Y_A = (264 - j132) / -j10 = 13,2 + j26,4 = 29,5 \angle 63^\circ 27'; \\ \underline{I}_B &= \underline{U}_{Bn} Y_B = (-66 - j322,5) / 10 = -6,6 - j32,25 = 32,9 \angle -101^\circ 35'; \\ \underline{I}_C &= \underline{U}_{Cn} Y_C = (-66 + j58,5) / 10 = -6,6 + j5,85 = 8,82 \angle 138^\circ 30'; \end{aligned}$$

Kontroll: $\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = 13,2 + j26,4 - 6,6 - j32,25 - 6,6 + j5,85 = 0$.

(siia lisada reegel faasijärgnevuste määramiseks)

b) Neutraaljuhtme takistus on null

Siis neutraalpunkt ei nihku ja tarbija faasipinged ei erine generaatori faasipingetest.

Tarbija faasivoolud:

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{U}_{An} Y_A = \underline{U}_A / Z_A = 220 / -j10 = j22; \\ \underline{I}_B &= \underline{U}_{Bn} Y_B = \underline{U}_B / Z_B = -11 - j19,05; \\ \underline{I}_C &= \underline{U}_{Cn} Y_C = \underline{U}_C / Z_C = -11 + j19,05; \end{aligned}$$

Neutraaljuhtme vool

$$\underline{I}_{nN} = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = j22 - 11 - j19,05 - 11 + j19,05 = -22 + j22 = 22\sqrt{2} \angle 135^\circ$$