

## Контрольная работа №1

## Задача №3

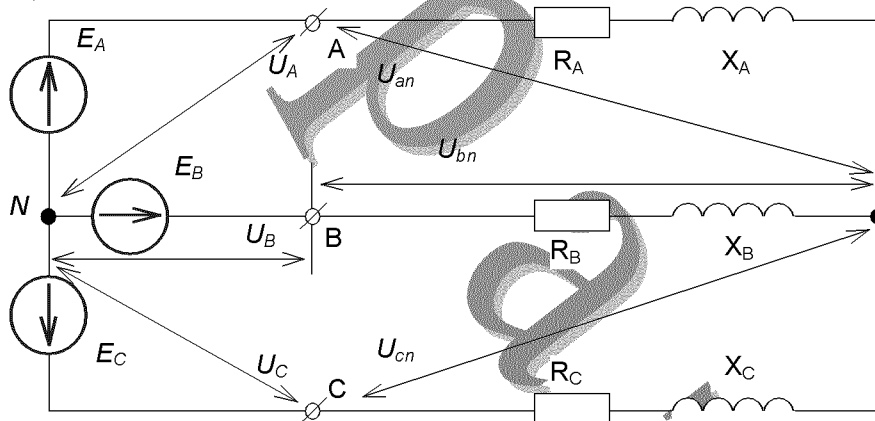
По данным в табл.3 линейному напряжению  $U_{\text{л}}$ , начальной фазе напряжения  $\psi_a$ , схеме соединения и сопротивлению фаз.

Выполнить следующее:

- 1) начертить электрическую схему приемника, подключить к сети трехфазного напряжения.
- 2) определить фазные и линейные токи;
- 3) определить полную, активную и реактивную мощности, коэффициент мощности;
- 4) построить в масштабе совместную векторную диаграмму токов и напряжений на комплексной плоскости

№	Схема соединения	$U_{\text{л}}$ В	$\psi_a$ град	$Z_a$ Ом	$Z_b$ Ом	$Z_c$ Ом
Y		220	0	$6+j8$	$8+j6$	$3+4j$

1)



2) Определим смещение потенциала нулевой точки приемника относительно источника.

$$U_{nN} = \frac{U_a Y_a + U_b Y_b + U_c Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c} = \frac{U_a / Z_a + U_b / Z_b + U_c / Z_c}{1/Z_a + 1/Z_b + 1/Z_c}$$

Сопротивления каждой из фаз

$$\underline{Z}_a = R_a + jX_a = 6 + 8j = 10e^{53.13^\circ j}, \text{ Ом}; \quad \underline{Z}_b = R_b + jX_b = 8 + 6j = 10e^{36.87^\circ j}, \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_c = R_c + jX_c = 3 + 4j = 5e^{53.13^\circ j}, \text{ Ом}$$

Проводимости

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_a} = \frac{1}{10e^{53.13^\circ j}} = 0.06 - 0.08j = 0.1e^{-53.13^\circ j}, \text{ См}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_b} = \frac{1}{10e^{36.87^\circ j}} = 0.08 - 0.06j = 0.1e^{-36.87^\circ j}, \text{ См}$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_c} = \frac{1}{5e^{53.13^\circ j}} = 0.12 - 0.16j = 0.2e^{-53.13^\circ j}, \text{ См}$$

Определим фазное напряжение

$$U_\phi = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127.017, \text{ В}$$

$$U_A = U_\phi e^{0+\psi} = 127.017, \text{ В};$$

$$U_B = U_f e^{-120^\circ + \psi} = 127.017 e^{-120^\circ j} = -63.509 - 110j, \text{ В}$$

$$U_C = U_f e^{120^\circ + \psi} = 127.017 e^{120^\circ j} = -63.509 + 110j, \text{ В}$$

$$\begin{aligned} U_{nN} &= \frac{127.017 \cdot 0.1 e^{-53.13^\circ j} + 127.017 e^{-120^\circ j} 0.1 e^{-36.87^\circ j} + 127.017 e^{120^\circ j} 0.2 e^{-53.13^\circ j}}{0.06 + 0.08j + 0.08 + 0.06j + 0.12 + 0.16j} = \\ &= \frac{7.621 - 10.161j - 11.681 - 4.989j - 9.979 - 23.361j}{0.26 - 0.3j} = \\ &= \frac{5.919 + 8.211j}{0.397 e^{-49.086^\circ j}} = \frac{10.112 e^{54.211^\circ j}}{0.397 e^{-49.086^\circ j}} = 25.496 e^{-103.296j} = -5.864 + 24.813j, \text{ В} \end{aligned}$$

Найдем фазные напряжения на источниках

$$U_{na} = U_a - U_{nN} = 127 + 5.864 - 24.813j = 132.881 - 24.813j = 135.178 e^{-10.577^\circ j}, \text{ В}$$

$$U_{nb} = U_b - U_{nN} = -57.645 - 134.813j = 146.62 e^{-113.151j}, \text{ В}$$

$$U_{nc} = U_c - U_{nN} = -57.645 + 85.187j = 102.858 e^{124.086j}, \text{ В}$$

$$I_a = \frac{U_{an}}{\underline{Z}_a} = \frac{135.178 e^{-10.577^\circ j}}{10 e^{53.13^\circ j}} = 13.518 e^{-63.707^\circ j} = 5.988 - 12.119j, \text{ А}$$

$$I_b = \frac{U_{bn}}{\underline{Z}_b} = \frac{146.62 e^{-113.151^\circ j}}{10 e^{36.87^\circ j}} = 14.662 e^{-150.021j} = -12.7 - 7.326j, \text{ А}$$

$$I_c = \frac{U_{cn}}{\underline{Z}_c} = \frac{102.858 e^{124.086^\circ j}}{5 e^{53.13^\circ j}} = 20.572 e^{70.956^\circ j} = 6.713 + 19.446j, \text{ А}$$

Для подтверждения правильности расчетов можно сделать проверку

$$I_a + I_b + I_c = 5.988 - 12.119j - 12.7 - 7.326j - 6.713 + 19.446j = 0$$

3) Определить полную, активную и реактивную мощности, коэффициент мощности;

Полную мощность потребляемую ветвью или цепью можно найти, если умножить напряжение на сопряженный ток в комплексной форме.

$$S_a = U_{an} \cdot I_a^* = 1827 e^{57.13^\circ j} = 1096 + 1462j = P_a + Q_a j$$

$$S_b = U_{bn} \cdot I_b^* = 2150 e^{36.87^\circ j} = 1720 + 1290j = P_b + Q_b j$$

$$S_c = U_{cn} \cdot I_c^* = 2160 e^{57.13^\circ j} = 1270 - 1693j = P_c + Q_c j$$

Общую мощность можно найти как

$$S = \sum P_i + j \sum Q_i = (P_a + P_b + P_c) + j(Q_a + Q_c) = P + jQ =$$

$$= (1096 + 1720 + 1270) + j(1462 + 1290 + 1693) = 4086 + 4444j = 6037 e^{47.408^\circ j}$$

Коэффициент мощности можно определить как

$$k_{\text{мощн.}} = \cos \varphi = \frac{P}{|S|} = \frac{4086}{6037} = 0.677$$

4. Векторная диаграмма

