

Практическое занятие (решить задачи)

РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Задание 1

К трехпроводной трехфазной сети подключен приемник, соединенный звездой (рис. 1), активная мощность которого равна P , напряжение U_{Π} и $\cos\varphi_2$. Каждый провод линии, соединяющий генератор и приемник, имеет активное сопротивление $R_{\text{Л}}$ и индуктивное сопротивление $X_{\text{Л}}$. Найти напряжение на зажимах генератора, а также его активную и реактивную мощности. Определить падение и потерю напряжения в линии.

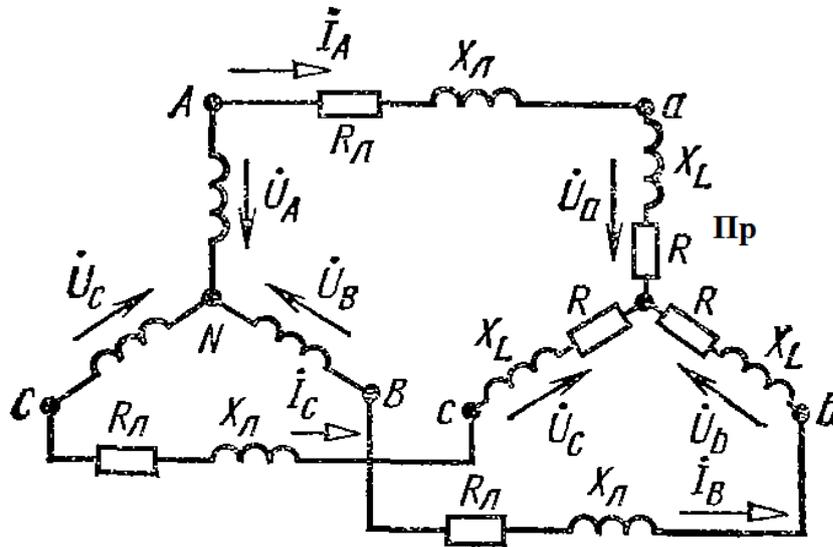


Рис. 1.

Дано:

$P = \underline{\hspace{2cm}}$ Вт

$U_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$ В

$\cos\varphi_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$R_{\text{Л}} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом

$X_{\text{Л}} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом

Исходные данные см. в конце работы в табл. 1

Решение

Поскольку приемник симметричный, напряжение между нейтралью генератора и приемника равно нулю, поэтому каждую фазу цепи можно рассматривать независимо от других фаз и расчет проводить только для одной фазы, например А.

1) Фазный ток приемника равен линейному току:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos\varphi_2}, \text{ А}$$

2) Фазное напряжение приемника:

$$U_{\phi} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}}, \text{ В}$$

3) Сопротивления фаз приемника:

$$Z_{\Pi} = \frac{U_{\phi}}{I}, \text{ Ом}$$

$$R = Z_{\Pi} \cdot \cos\varphi_2, \text{ Ом}$$

$$X_L = Z_{\Pi} \cdot \sin\varphi_2 = Z_{\Pi} \cdot \sqrt{1 - \cos^2\varphi_2}, \text{ Ом}$$

4) Сопротивления фазы (с учетом сопротивления линии):

$$Z = \sqrt{(R_{Л} + R)^2 + (X_{Л} + X_L)^2}, \text{ Ом}$$

*** Проверяем: $Z > R$ и $Z > X_L$

5) Фазное и линейное напряжения генератора:

$$U_A = Z \cdot I, \text{ В}$$

$$U = \sqrt{3} \cdot U_A, \text{ В}$$

6) Падение напряжения в проводах линии:

$$U_{ПР} = I \cdot Z_{Л} = I \cdot \sqrt{R_{Л}^2 + X_{Л}^2}, \text{ В}$$

7) Потеря напряжения в линии равна арифметической разности линейных напряжений в начале и конце линии:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (U_A - U_{\phi}), \text{ В}$$

*** ΔU не может быть отрицательным.

8) Коэффициент мощности генератора:

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_{Л} + R}{Z} < 1$$

*** $\cos \varphi_1$ не может быть больше 1.

9) Активная мощность генератора:

$$P_G = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi_1, \text{ Вт}$$

Для проверки находим P_G по другой формуле:

$$P_G = 3(R_{Л} + R) \cdot I^2, \text{ Вт}$$

10) Полная мощность генератора:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I, \text{ В} \cdot \text{А}$$

11) Реактивная мощность генератора:

$$Q = \sqrt{S^2 - P_G^2}, \text{ В} \cdot \text{Ар}$$

*** Проверяем: $Q < S$

Таблица 1

Исходные данные (№ варианта уточнить у преподавателя)

Вариант	P , Вт	$U_{П}$, В	$\cos \varphi_2$	$R_{Л}$, Ом	$X_{Л}$, Ом
1.	1746	375	0,45	1,07	1,53
2.	2969	239	0,7	1,03	0,83
3.	3037	291	0,56	0,28	0,37
4.	3291	340	0,52	0,61	0,92
5.	138	248	0,7	0,81	0,94
6.	1057	22	0,62	0,39	0,77
7.	3820	120	0,82	0,29	0,10
8.	816	304	0,55	1,10	1,03

9.	36	105	0,73	0,53	0,26
10.	3030	50	0,63	0,72	0,62
11.	693	310	0,78	0,57	0,54
12.	2603	50	0,75	0,69	0,61
13.	536	88	0,51	1,20	0,90
14.	2376	98	0,6	0,97	0,86
15.	1427	228	0,58	0,77	0,31
16.	290	221	0,76	0,16	0,49
17.	2319	48	0,87	0,42	1,19
18.	893	277	0,62	0,14	0,31
19.	647	268	0,73	0,95	0,39
20.	140	284	0,8	0,70	0,92
21.	1746	50	0,58	1,10	0,61
22.	2969	310	0,76	0,53	0,90
23.	3037	50	0,87	0,72	0,86
24.	3291	88	0,62	0,57	0,31
25.	138	98	0,73	0,69	0,49

ЗАДАНИЕ 2

Пример 1. Определить линейное напряжение генератора, если фазное напряжение его 127 и 220 В.

Решение.

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}} = 1,73 U_{\text{ф}} = 1,73 \cdot 127 = 220 \text{ В.}$$

Если фазное напряжение 220 В, то

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}} = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ В.}$$

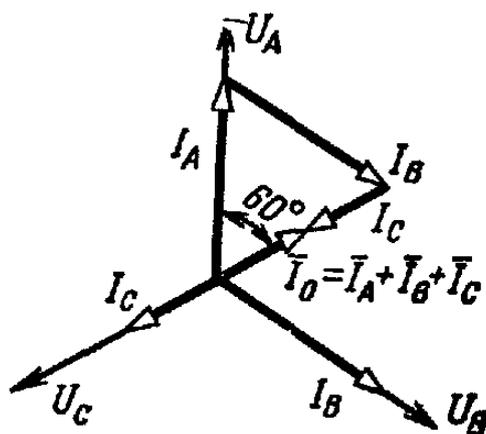


Рис. 1. Векторная диаграмма четырехпроводной трехфазной цепи при активной нагрузке.

Пример 2. Фазное напряжение генератора $U_{\text{ф}} = 125 \text{ В}$, сопротивления фаз приемника $z_A = z_B = r_A = r_B = 12,5 \text{ Ом}$, $z_C = r_C = 25 \text{ Ом}$. Найти фазные токи.

Решение.

$$I_A = I_B = \frac{125}{12,5} = 10 \text{ А;}$$

$$I_C = \frac{125}{25} = 5 \text{ А.}$$

На рис. 1 даны векторы фазных напряжений и фазных токов, а также произведено сложение фазных токов. В результате сложения получен ток в нейтральном проводе $I_0 = 5 \text{ А}$, отстающий по фазе от U_A на угол $\varphi_0 = 60^\circ$.

Пример 3. Трехфазный генератор, соединенный звездой, имеет фазное напряжение 220 В. Приемник имеет активное сопротивление фазы 6 Ом и индуктивное 8 Ом. Определить линейное напряжение, фазный и линейный токи и активную мощность приемника энергии.

Решение.

Линейное напряжение

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}} = 1,73 \cdot 220 \text{ В} = 380 \text{ В.}$$

Полное сопротивление фазы приемника

$$z_{\phi} = \sqrt{r_{\phi}^2 + x_{\phi}^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ Ом.}$$

Фазный ток

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{z_{\phi}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А.}$$

При соединении приемников энергии звездой фазный ток равен линейному $I_{\text{л}} = 22 \text{ А}$.

Косинус угла сдвига фазного тока относительно фазного напряжения

$$\cos \varphi_{\phi} = \frac{r_{\phi}}{z_{\phi}} = \frac{6}{10} = 0,6.$$

Активная мощность трехфазной цепи

$$P = \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \cos \varphi = 1,73 \cdot 380 \cdot 22 \cdot 0,6 = 8,7 \text{ кВт.}$$

Пример 4. Трехфазный двигатель, соединенный звездой, подключенный к сети с напряжением 380 В, работает с мощностью 10 кВт и $\cos \varphi = 0,8$. Определить ток двигателя.

Решение.

Мощность в цепи питания двигателя

$$P = \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \cos \varphi,$$

откуда ток

$$I_{\text{л}} = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi} = \frac{10\,000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 19 \text{ А.}$$

Пример 5. Трехфазный электродвигатель, соединенный треугольником, работает при напряжении 220 В с $\cos \varphi = 0,8$ и мощностью 3 кВт. Определить линейные и фазные токи.

Решение.

Линейный ток

$$I_{\text{л}} = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi} = \frac{3\,000}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,8} = 10 \text{ А.}$$

Фазный ток

$$I_{\phi} = \frac{I_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{1,73} = 6 \text{ А.}$$

Пример 6. Трехфазный электродвигатель, соединенный треугольником, работает при напряжении 120 В, имея в цепи питания линейный ток 25 А; мощность двигателя 3 кВт. Определить коэффициент мощности двигателя.

Решение.

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}}} = \frac{3000}{1,73 \cdot 120 \cdot 25} = 0,58.$$

Пример 7. К трехфазной сети (рис. 2) с напряжением $U_{\text{л}} = 120$ В присоединены приемники энергии, имеющие сопротивления $r_{AB} = 10$ Ом, $r_{BC} = r_{CA} = 20$ Ом. Определить, под какими напряжениями будут находиться приемники при перегорании предохранителя в проводе В.

Решение.

При перегорании предохранителя приемники АВ и ВС окажутся соединенными последовательно и включенными на линейное напряжение $U_{\text{л}} = 120$ В. Ток приемников

$$I_{AB} = I_{BC} = \frac{U_{AC}}{r_{AB} + r_{BC}} = \frac{120}{10 + 20} = 4 \text{ А.}$$

Напряжения на зажимах приемников

$$U'_{AB} = I_{AB} r_{AB} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ В;}$$

$$U'_{BC} = I_{BC} r_{BC} = 4 \cdot 20 = 80 \text{ В;}$$

$$U_{CA} = U_{\text{л}} = 120 \text{ В.}$$

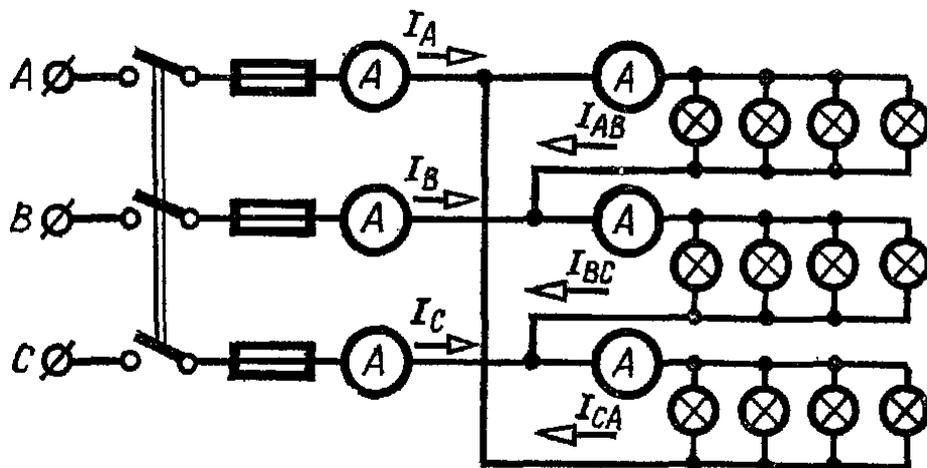


Рис. 2. Схема соединения электрических ламп треугольником