

Тема 2.2.2 Понятие о многофазных системах переменного тока. Преимущество трехфазной системы над однофазной

- **Трехфазные электрические цепи**
- **Соединение фаз источника и приемника электрической энергии звездой**
- **Соединение фаз источника и приемника электрической энергии треугольником**
- **Активная, реактивная и полная мощности трехфазного симметричного приемника**
- **Сравнение условий работы трехфазного симметричного приемника при соединениях его фаз треугольником и звездой**
- **Классификация средств, видов и методов электрических измерений**
- **Погрешности измерения и классы точности**

$$\left. \begin{aligned} e_A &= E_m \sin \omega t; \\ e_B &= E_m \sin (\omega t - 2\pi/3); \\ e_C &= E_m \sin (\omega t - 4\pi/3) = E_m \sin (\omega t + 2\pi/3). \end{aligned} \right\} (1.58)$$

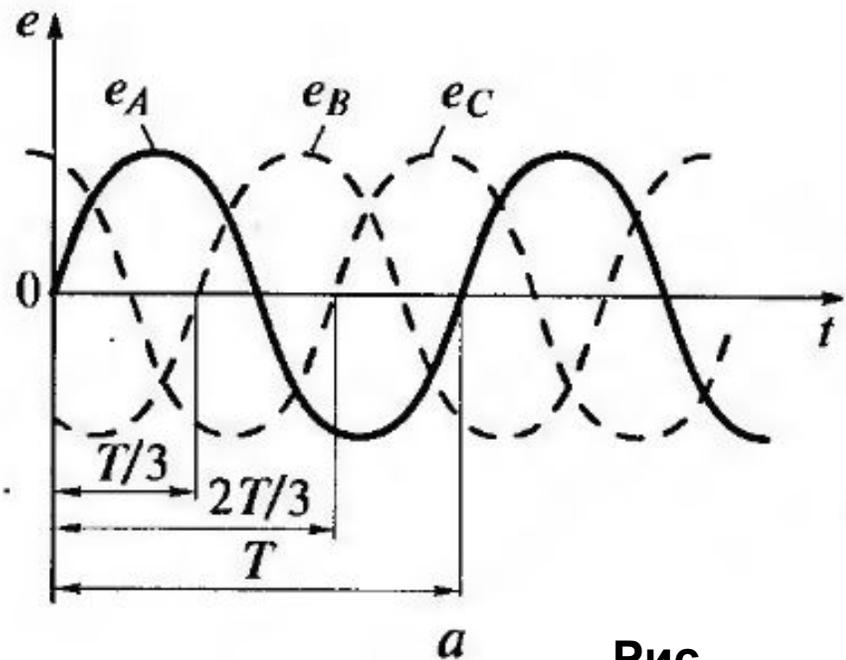
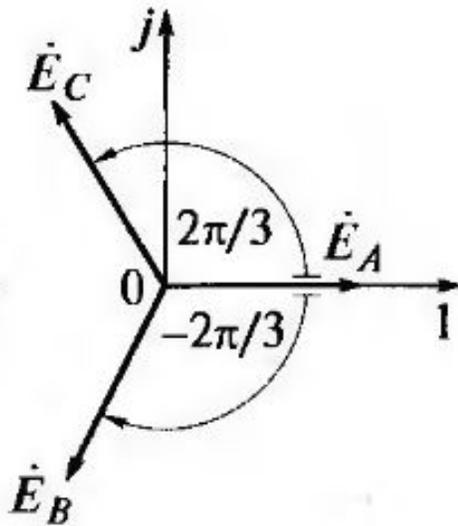


Рис.
1.58



б

$$(2.58) \left. \begin{aligned} e_A + e_B + e_C &= 0; \\ \dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Соединение фаз источника и приемника электрической энергии звездой

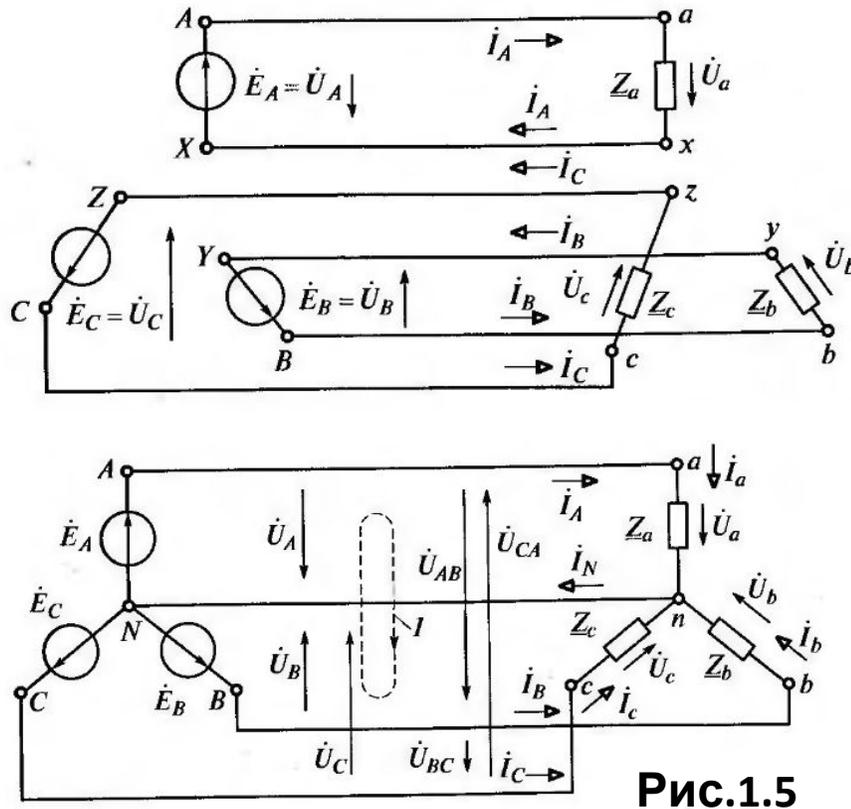


Рис.1.5

Соединение фаз источника и приемника звездой (Y) приведено на рис., где выводы источника X, Y, Z и выводы приемника x, y, z объединены в узел N и узел n соответственно. Эти узлы называются нейтральными точками источника и приемника, а провод, соединяющий их, — нейтральным проводом. Остальные три провода, соединяющие одноименные выводы источника и приемника, называются линейными.

Фазными токами и напряжениями называются токи в фазах источника и приемника и напряжения между выводами фаз. Линейными токами и напряжениями называются токи в линейных проводах и напряжения между ними. Для обозначения фазных величин источника и линейных величин будем пользоваться прописными буквами латинского алфавита A, B, C, для обозначения фазных величин приемника —

Соединение фаз источника и приемника электрической энергии звездой

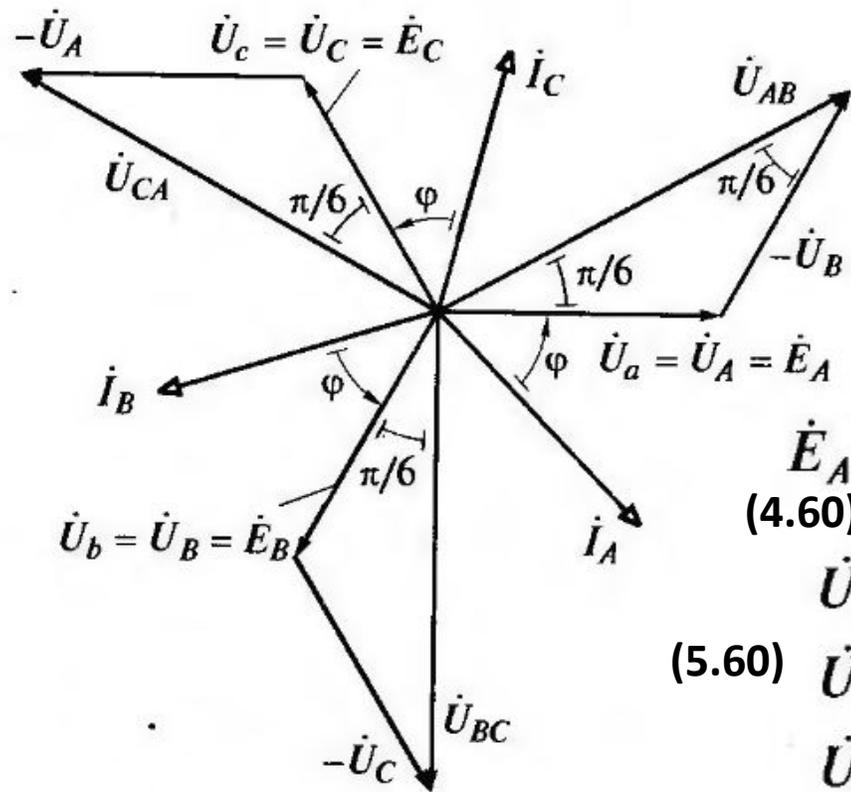


Рис.1.6
0

$$I_A = I_a = \dot{E}_A / \underline{Z}_a; I_B = I_b = \dot{E}_B / \underline{Z}_b; I_C = I_c = \dot{E}_C / \underline{Z}_c \quad (1.60)$$

$$I_N = I_A + I_B + I_C \quad (2.60)$$

$$\underline{Z}_a = \underline{Z}_b = \underline{Z}_c = \underline{Z}_\phi = Z_\phi e^{j\varphi} \quad (3.60)$$

$$I_\text{л} = I_\phi \quad (4.60)$$

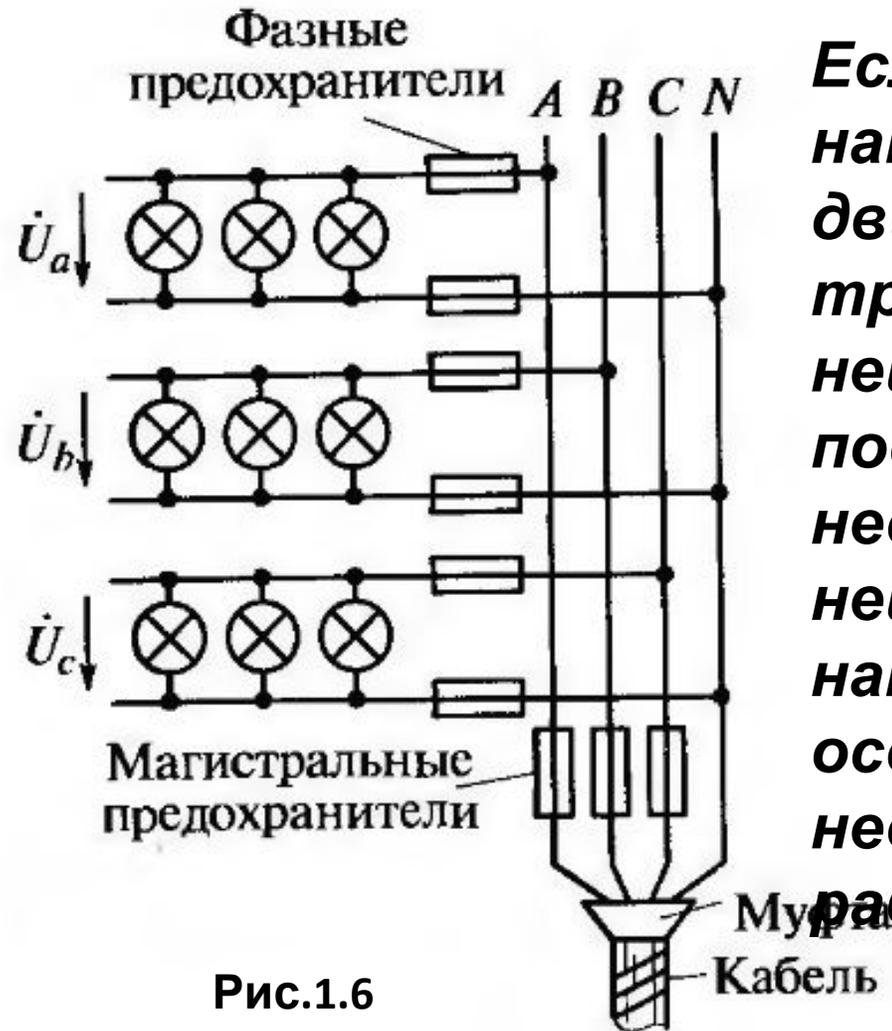
$$\dot{E}_A = \dot{U}_A = \dot{U}_a; \dot{E}_B = \dot{U}_B = \dot{U}_b; \dot{E}_C = \dot{U}_C = \dot{U}_c \quad (4.60)$$

$$(5.60) \left. \begin{aligned} \dot{U}_{AB} &= \dot{E}_A - \dot{E}_B = \dot{U}_A - \dot{U}_B = U_\text{л} \angle \pi/6; \\ \dot{U}_{BC} &= \dot{E}_B - \dot{E}_C = \dot{U}_B - \dot{U}_C = U_\text{л} \angle (-\pi/2); \\ \dot{U}_{CA} &= \dot{E}_C - \dot{E}_A = \dot{U}_C - \dot{U}_A = U_\text{л} \angle 5\pi/6, \end{aligned} \right\}$$

$$(6.60) U_\text{л} = 2U_\phi \cos \pi/6 = \sqrt{3}U_\phi$$

линейное напряжение $U_\text{л}$, В	660	380	220
фазное напряжение U_ϕ , В	380	220	127

Соединение фаз источника и приемника электрической энергии звездой



Если симметричный приемник, например трехфазный двигатель, подключают к трехфазному источнику без нейтрального провода, то при подключении приемника с несимметричной нагрузкой нейтральный провод необходим, например, при подключении осветительных приборов с неопределенным временем работы.

Рис.1.6

1

Соединение фаз источника и приемника электрической энергии треугольником

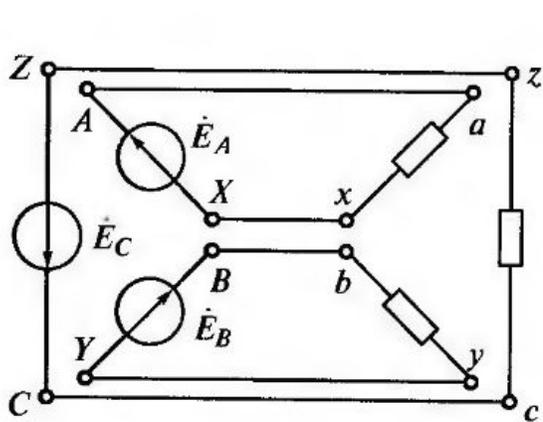


Рис.1.6

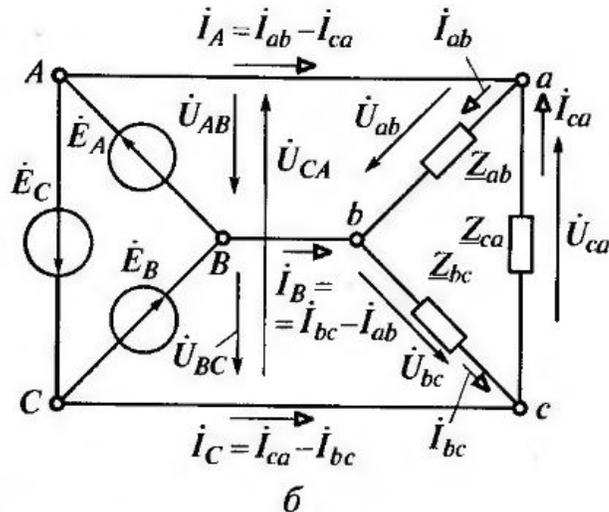
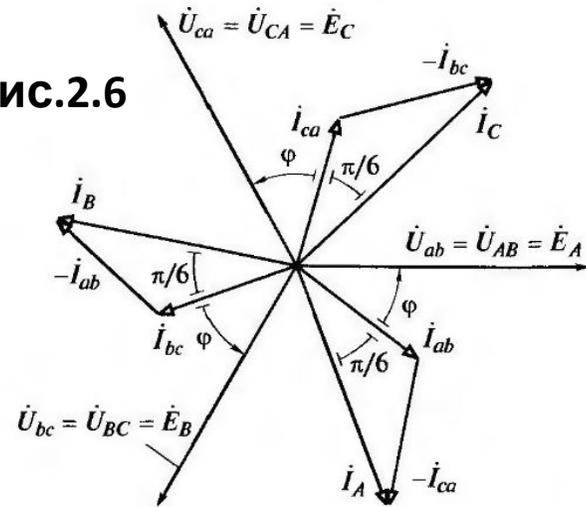


Рис.2.6

2



$$\dot{E}_A = \dot{U}_{AB} = \dot{U}_{ab}; \dot{E}_B = \dot{U}_{BC} = \dot{U}_{bc}; \dot{E}_C = \dot{U}_{CA} = \dot{U}_{ca} \quad (1.62)$$

$$U_{л} = U_{\phi} \quad (2.62)$$

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_{ab}}; \dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{\underline{Z}_{bc}}; \dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{\underline{Z}_{ca}} \quad (3.62)$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}; \dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}; \dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} \quad (4.62)$$

$$\underline{Z}_{ab} = \underline{Z}_{bc} = \underline{Z}_{ca} = \underline{Z}_{\phi} = Z_{\phi} e^{j\varphi} \quad (5.62)$$

$$I_{л} = 2I_{\phi} \cos \pi/6 = \sqrt{3}I_{\phi} \quad (6.62)$$

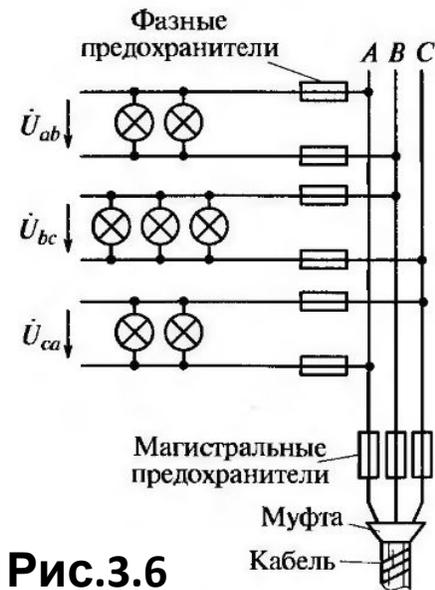


Рис.3.6

2

Активная, реактивная и полная мощности трехфазного симметричного приемника

$$P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi} \cos \varphi = 3 \frac{U_{\phi}^2}{Z_{\phi}} \cos \varphi = \sqrt{3}U_{л}I_{л} \cos \varphi, \quad (1.63)$$

$$Q = 3Q_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi} \sin \varphi = 3 \frac{U_{\phi}^2}{Z_{\phi}} \sin \varphi = \sqrt{3}U_{л}I_{л} \sin \varphi \quad (2.63)$$

$$S = 3S_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi} = 3 \frac{U_{\phi}^2}{Z_{\phi}} = \sqrt{3}U_{л}I_{л}. \quad (3.63)$$

Сравнение условий работы трехфазного симметричного приемника при соединениях его фаз треугольником и звездой

$$P = 3 \frac{U_{\Phi}^2}{Z_{\Phi}} \cos \varphi \quad (1.64)$$

$$U_{\Phi\Delta} = U_{л} \quad (2.64)$$

$$U_{\Phi\lambda} = U_{л} / \sqrt{3} \quad (3.64)$$

$$P_{\Delta} = 3P_{\lambda} \quad (4.64)$$

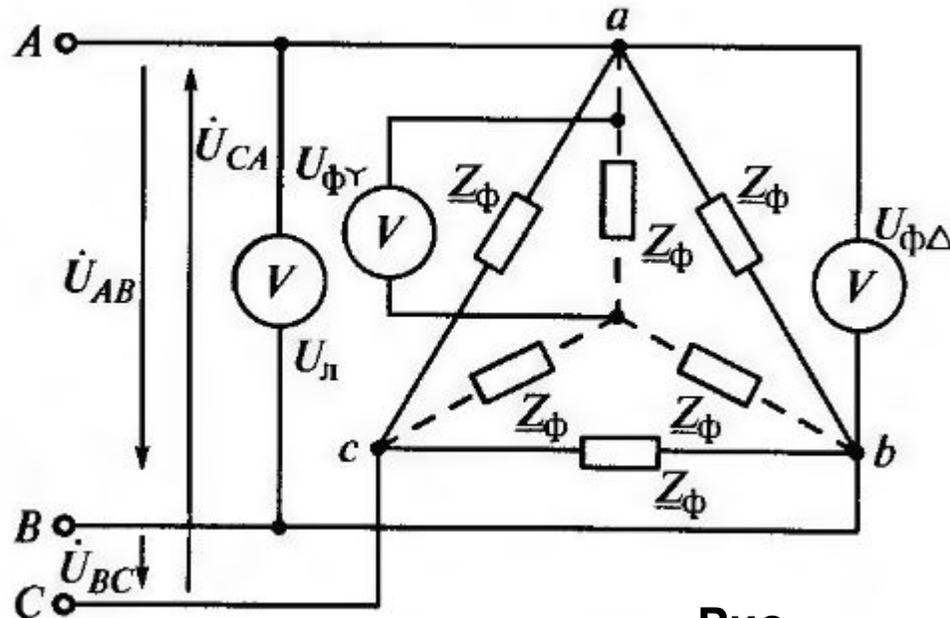


Рис.
1.64

Переключение фаз приемника используется, например, для уменьшения пусковых токов трехфазных асинхронных двигателей, изменения температуры нагрева трехфазных электрических печей

Применение систем трехфазного тока обладает некоторыми преимуществами перед однофазной системой:

1. При одинаковых напряжениях и мощностях потребителей и прочих равных условиях питание трехфазным током позволяет получить значительную экономию материала проводов по сравнению с тремя однофазными линиями.
2. При прочих равных условиях трехфазный генератор дешевле, легче и экономичнее, чем три однофазных генератора такой же суммарной мощностью. То же самое относится к трехфазным двигателям и трансформаторам.
3. Трехфазная система токов позволяет получить вращающееся магнитное поле с помощью трех неподвижных катушек.
4. При равномерной нагрузке трехфазный генератор создает на валу приводного двигателя постоянный момент, в отличие от однофазного генератора, у которого мощность и момент пульсируют с двойной частотой тока.