

# ТРЕХФАЗНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК



# Генераторы переменного тока



# Генераторы переменного тока



- *(устаревшее «альтернатор»)* — электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрическую энергию переменного тока.
- Большинство генераторов переменного тока используют вращающееся магнитное поле.

# Генераторы переменного тока

При одинаковых габаритах, массе активных материалов (стали и меди) и потерях энергии мощность однофазной машины в 1,5 раза меньше мощности трехфазной машины.

**Поэтому для электрификации используется трехфазная система переменного тока.**

# Соединение обмоток генератора.

Обмотки генератора соединяют между собой

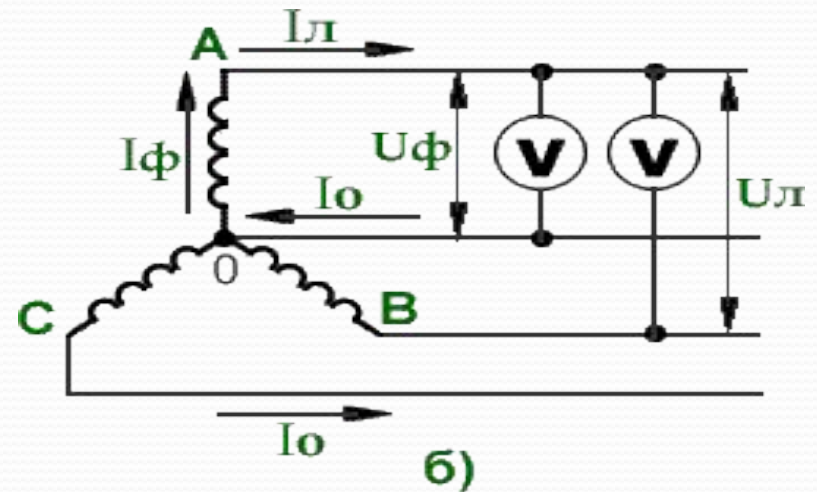
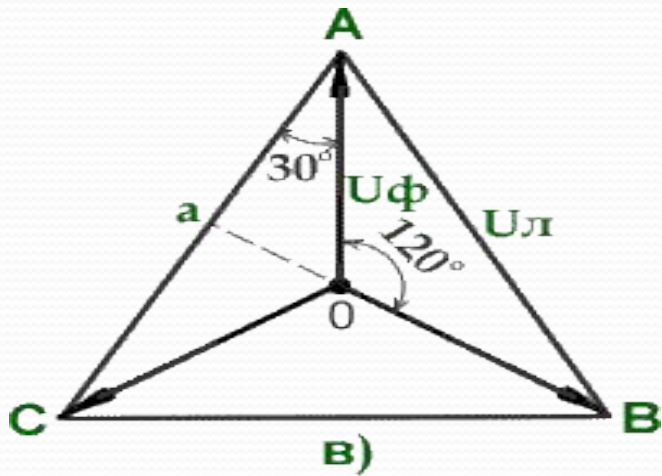
**в звезду**

**или в треугольник.**

# Соединение обмоток генератора.

Соединении обмоток генератора **звездой:**

концы всех трех фаз соединяют в общую точку **O**,  
а к началам подсоединяют провода, отводящие энергию в  
сеть.

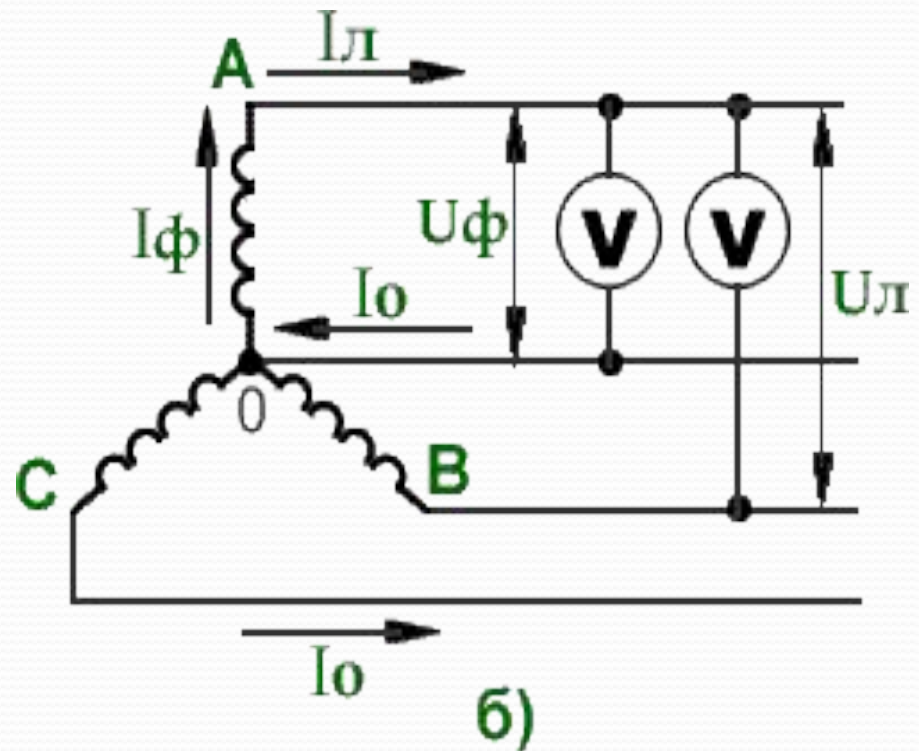


**три провода называются линейными, а напряжение между любыми двумя линейными проводами — линейным напряжением**

# Соединение обмоток генератора ЗВЕЗДОЙ

Общая точка соединения  
концов **называемый**  
**нулевым проводом**

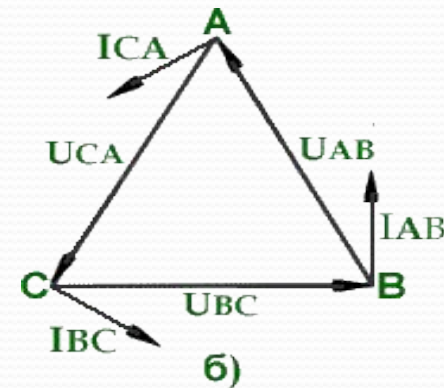
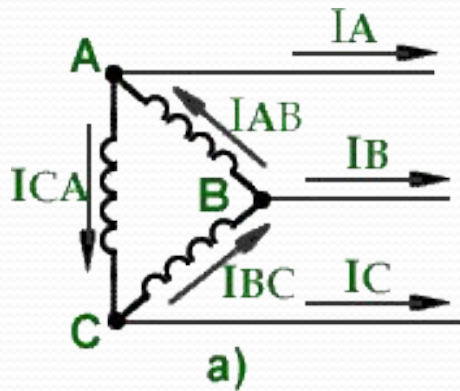
Напряжение между любым из  
трех линейных проводов и  
нулевым проводом равно  
напряжению между началом  
и концом одной фазы, т. е.  
фазному **напряжению**  
 **$U_{\phi}$** .



# Соединение обмоток генератора

## генератора.

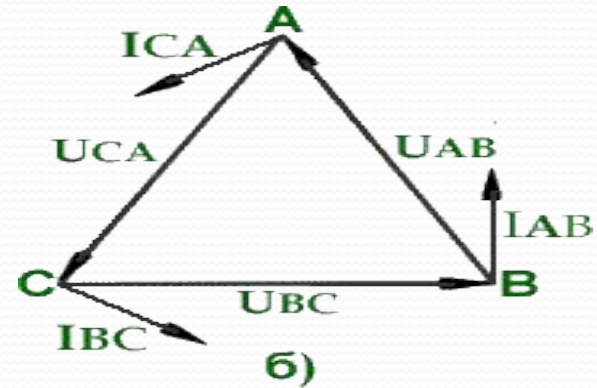
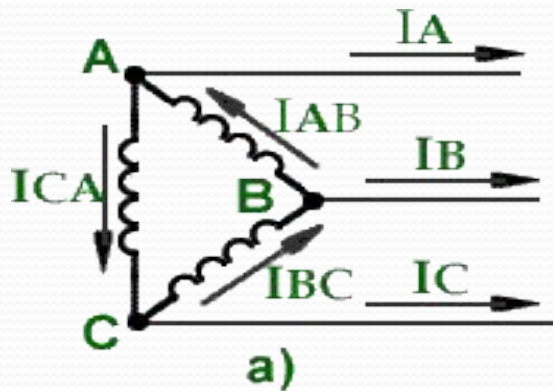
Соединении обмоток генератора **треугольником:**  
начало каждой фазы соединяется с концом другой фазы.  
Таким образом, три фазы генератора образуют замкнутый контур.



при соединении обмоток генератора треугольником  
линейное напряжение равно фазному:  $U_l = U_\phi$ .



## Соединении обмоток генератора **треугольником**:



Приняв направление фазных и линейных токов за положительное, которое указано на рисунке **а**, на основании первого закона Кирхгофа для мгновенных значений токов можно написать следующие выражения:

$$\mathbf{i}_A = \mathbf{i}_{AB} - \mathbf{i}_{CA}; \quad \mathbf{i}_B = \mathbf{i}_{BC} - \mathbf{i}_{AB}; \quad \mathbf{i}_C = \mathbf{i}_{CA} - \mathbf{i}_{BC}.$$

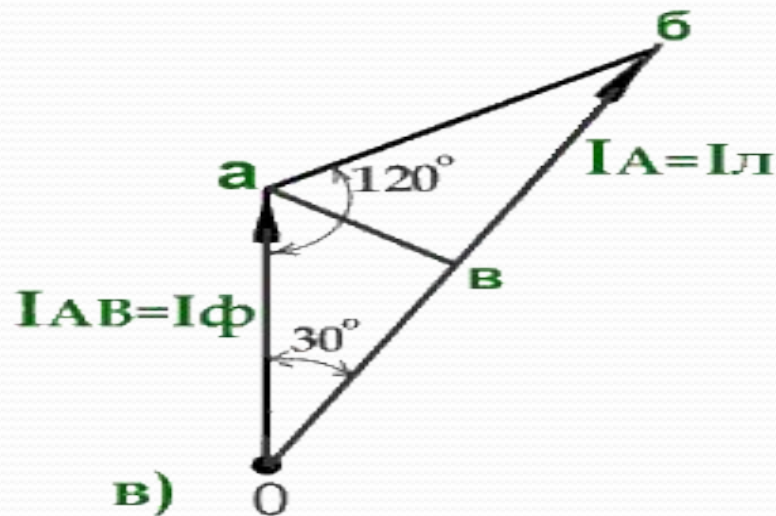
Так как токи синусоидальны, заменим алгебраическое вычитание мгновенных значений токов геометрическим вычитанием векторов, изображающих действующие значения токов:

$$\vec{I}_A = \vec{I}_{AB} - \vec{I}_{CA}; \quad \vec{I}_B = \vec{I}_{BC} - \vec{I}_{AB}; \quad \vec{I}_C = \vec{I}_{CA} - \vec{I}_{BC};$$

Ток  $\mathbf{I}_A$  линейного провода **A** определится геометрической разностью векторов фазных токов  $\vec{I}_{AB}$  и  $\vec{I}_{CA}$ .

## Соединении обмоток генератора **треугольником**:

Из векторной диаграммы рисунка легко определить соотношение между линейными и фазными токами при соединении обмоток генератора в треугольник:



Из треугольника  $0ab$  можно записать:

$$1/2 I_L = I_{\Phi} / \cos 30^\circ = I_{\Phi} \sqrt{3} / 2,$$

$$\text{откуда } I_L = \sqrt{3} I_{\Phi} = 1,73 I_{\Phi}$$

т. е. **при соединении обмоток генератора в треугольник линейный ток в  $\sqrt{3}$  раз больше фазного (при равномерной нагрузке).**

**Трехфазные электрические цепи**

*Мощность  
трехфазной  
цепи*

# Активная мощность трехфазной цепи

**Активная мощность  
трехфазной цепи равна**

$$P = P_A + P_B + P_C = \\ = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C,$$

**фазах;  $\varphi$  — сдвиг фаз между  
напряжением и током в фазах.**

# Активная мощность в симметричной трехфазной цепи

$$P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi} \cos \varphi_{\phi}.$$

$$P = \sqrt{3}U_{Л}I_{Л} \cos \varphi_{\phi},$$

# Реактивная мощность трехфазной цепи

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

**В симметричной трехфазной цепи  
суммарная реактивная мощность равна  
утроенной реактивной мощности одной  
фазы:**

$$Q = 3Q_\phi = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi_\phi = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi_L$$

# Полная мощность трехфазной цепи

$$S = 3U_{\phi} I_{\phi} = \sqrt{3}U_{л} I_{л}.$$

Мгновенная мощность трехфазной цепи равна сумме мгновенных мощностей фаз; в симметричной трехфазной цепи она постоянна, равна активной мощности, а сама цепь называется уравновешенной.