

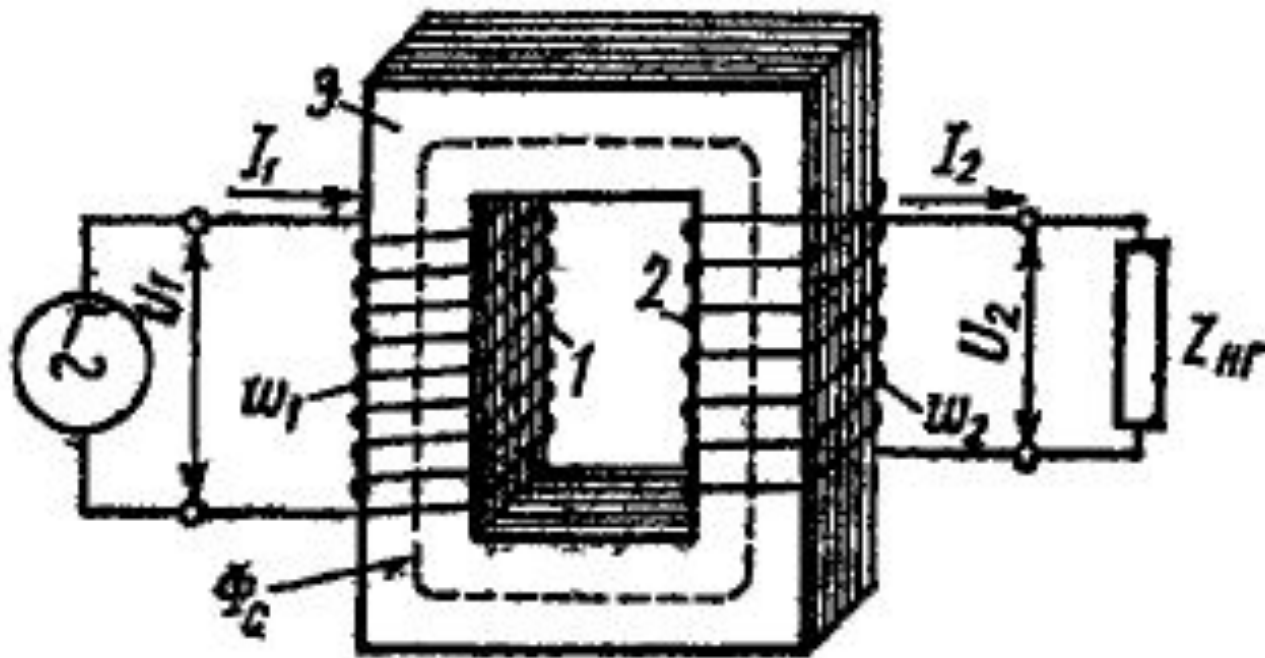
ТРАНСФОРМАТОРЫ

ЛЕКЦИЯ 1

Конструкция, принцип действия,
группы соединения трансформатора

Принцип действия

Трансформатор представляет собой электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.



Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

коэффициент электро-
магнитной связи обмоток трансформатора

$$c = \frac{M}{\sqrt{L_{11}L_{22}}}$$

равен единице. Здесь L_{11} и L_{22} — собственные индуктивности, а M — взаимная индуктивность обмоток.

Э. д. с. первичной и вторичной обмоток такого трансформатора при синусоидальных переменных токах соответственно равны

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= -\frac{d\Psi_1}{dt} = -\omega_1 \frac{d}{dt} (\Phi_c \sin \omega t) = -\omega\omega_1 \Phi_c \cos \omega t; \\ e_2 &= -\frac{d\Psi_2}{dt} = -\omega_2 \frac{d}{dt} (\Phi_c \sin \omega t) = -\omega\omega_2 \Phi_c \cos \omega t, \end{aligned} \right\}$$

3 где Φ_c — амплитуда магнитного потока трансформатора

Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

Действующие значения э. д. с.

$$E_1 = \frac{\omega \omega_1 \Phi_c}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f \omega_1 \Phi_c = 4,44 f \omega_1 \Phi_c;$$

$$E_2 = \frac{\omega \omega_2 \Phi_c}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f \omega_2 \Phi_c = 4,44 f \omega_2 \Phi_c.$$

Так как в идеальном трансформаторе падения напряжения отсутствуют

$$U_1 = E_1; \quad U_2 = E_2$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

или

$$\frac{U_1}{U_2} = k, \quad U_2 = \frac{U_1}{k},$$

где

$$k = \omega_1 / \omega_2$$

называется коэффициентом трансформации трансформатора.

Поскольку в идеальном трансформаторе потери активной и реактивной энергии отсутствуют, то

$$U_1 I_1 = U_2 I_2,$$

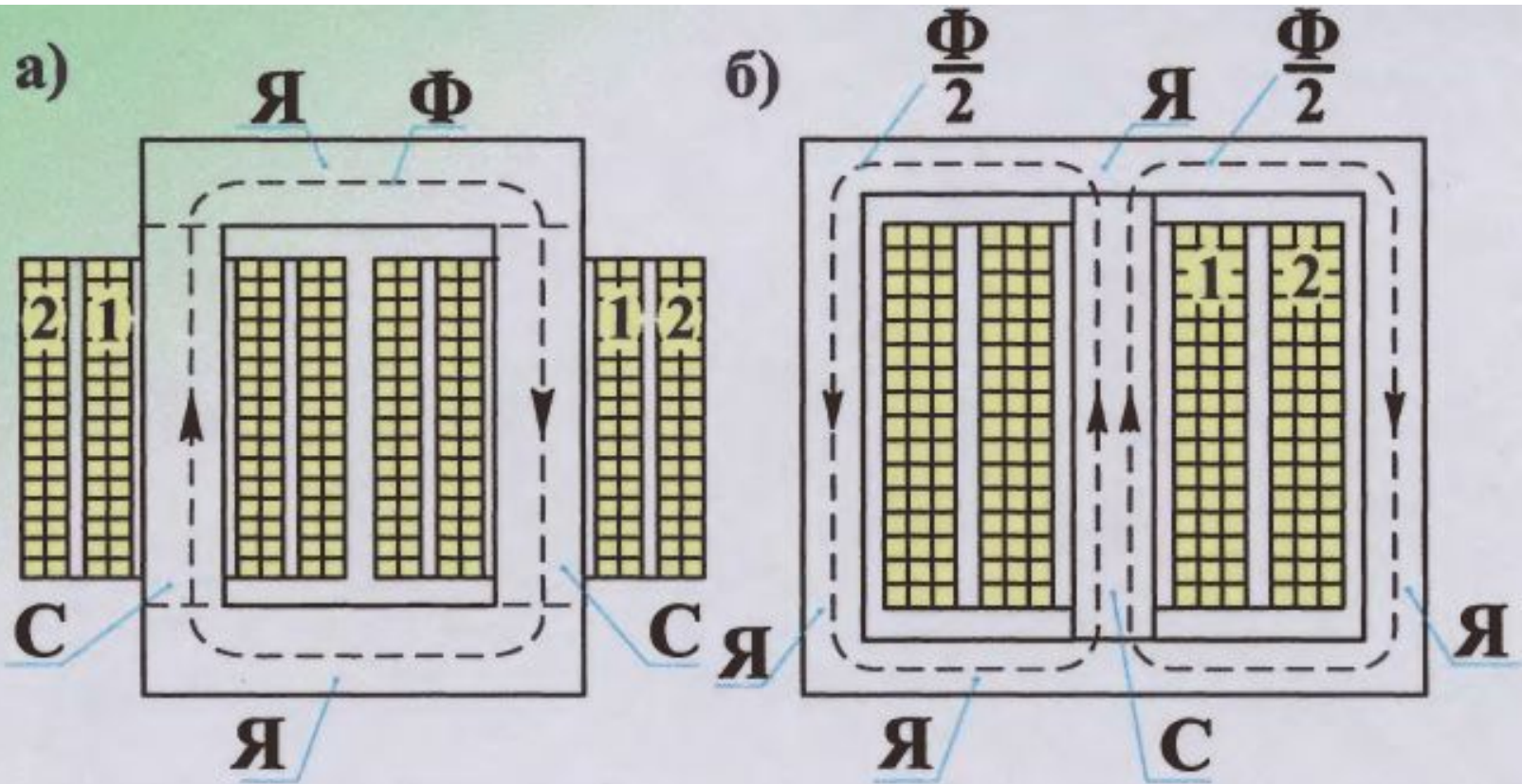
откуда

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

или

$$\frac{I_2}{I_1} = k; \quad I_2 = k I_1.$$

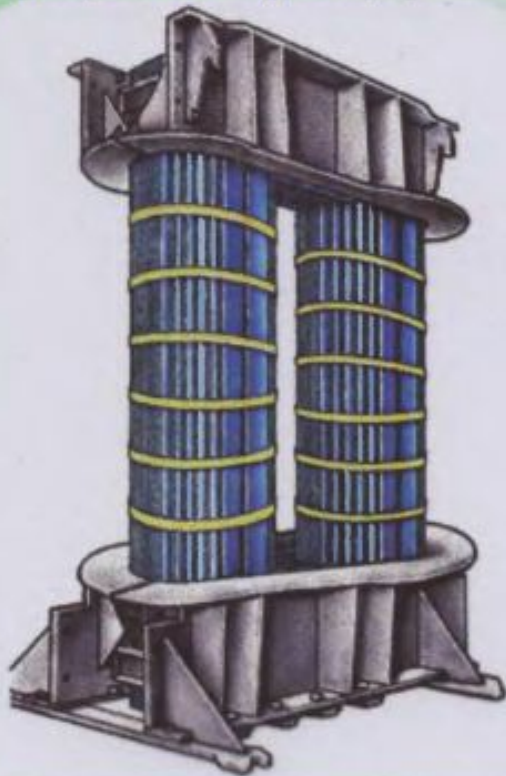
Магнитопроводы трансформаторов



Устройство однофазного стержневого (а) и броневое (б) трансформаторов

Магнитопроводы трансформаторов

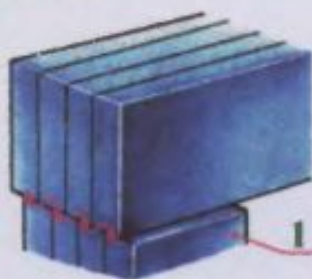
Шихтованный двухрамный магнитопровод однофазного трансформатора



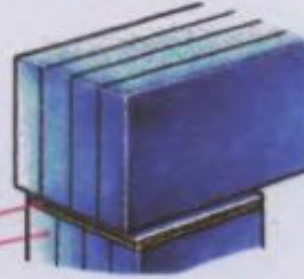
ТИПЫ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ

Стыковое соединение стержня и яра

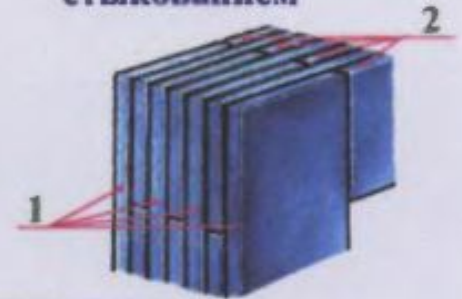
БЕЗ ПРОКЛАДКИ



С ИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПРОКЛАДКОЙ



Сборка (шихтовка) пластин впереплёт с прямым стыкованием



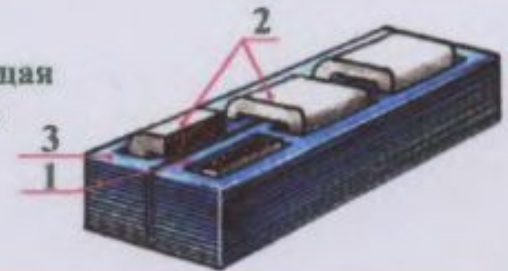
Основные типы конструкций магнитопроводов

СТЕРЖНЕВАЯ

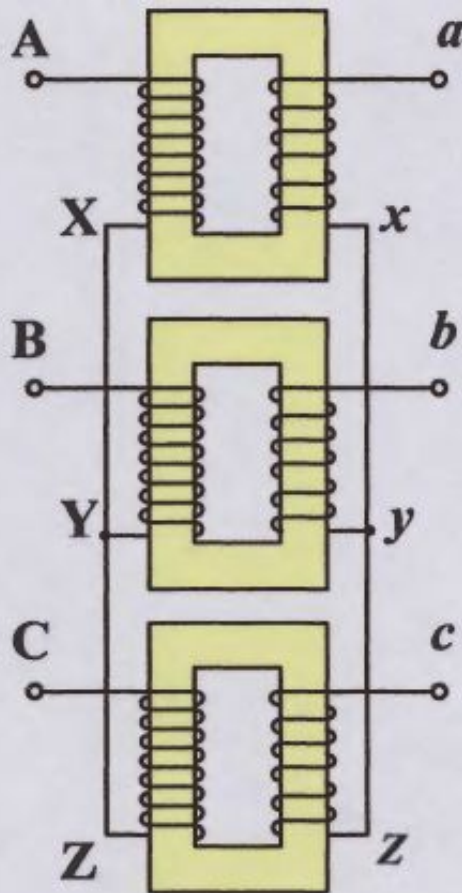


- 1- стержень
- 2- обмотка
- 3- яро
- 4- изолирующая прокладка

БРОНЕВАЯ



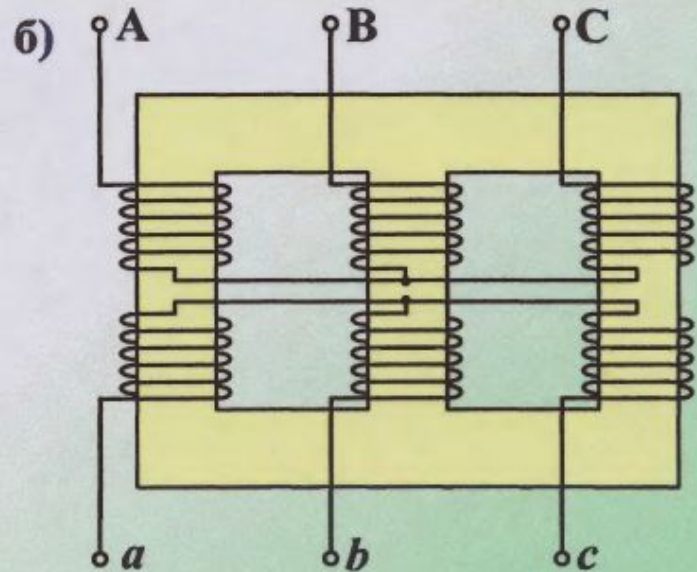
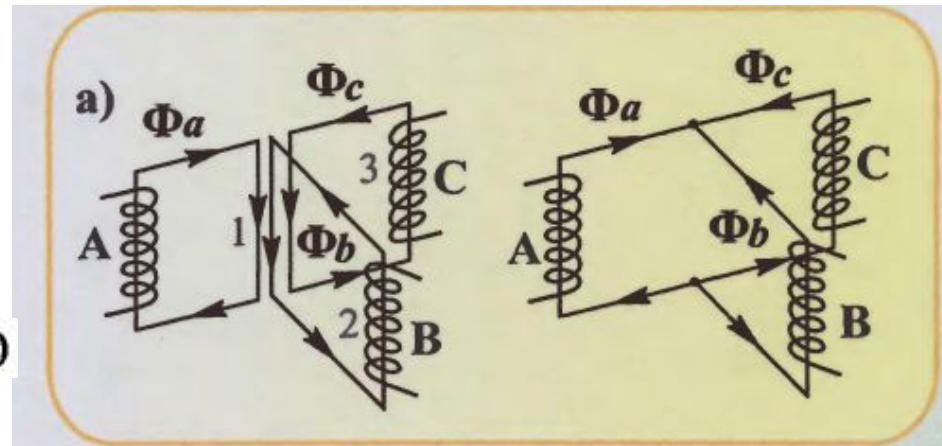
Принцип образования трехфазного трехстержневого трансформатора



$$i_a + i_b + i_c = 0$$

$$\Phi_a + \Phi_b + \Phi_c = 0$$

Трёхфазная трансформаторная группа



Принцип образования трёхфазного трёхстержневого трансформатора

Трехфазный трехстержневой трансформатор

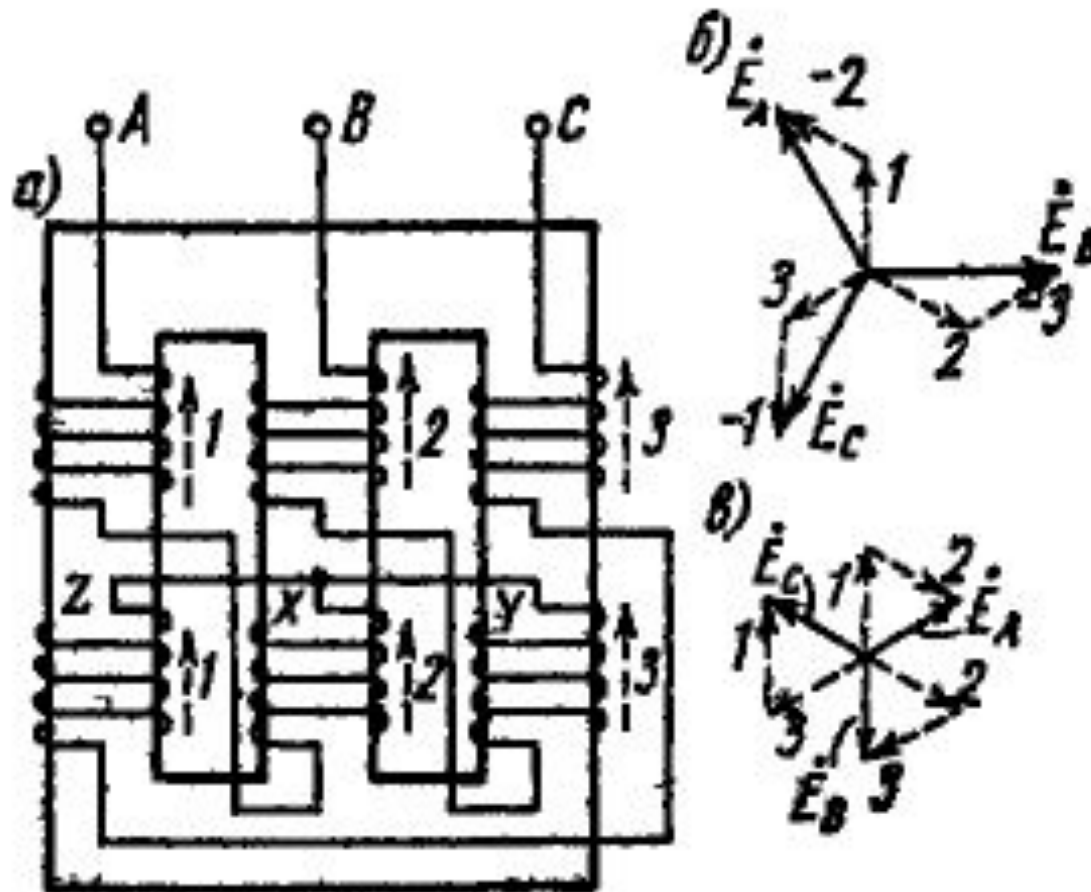


Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора

Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. В большинстве случаев обмотки трехфазных трансформаторов соединяются либо в звезду (Y), либо в треугольник (Δ).

В некоторых случаях применяется также соединение обмоток по схеме зигзага когда фаза обмотки разделяется на две части, которые располагаются на разных стержнях и соединяются последовательно. При этом вторая половина обмотки подключается по отношению к первой встречно так как в этом случае э. д. с. фазы будет в $\sqrt{3}$ раза больше чем при согласном включении. Однако при встречном включении половин обмотки ее э. д. с. ($\sqrt{3} E_1$) будет все же в $2/\sqrt{3} = 1,15$ раза меньше, чем при расположении обеих половин на одном стержне

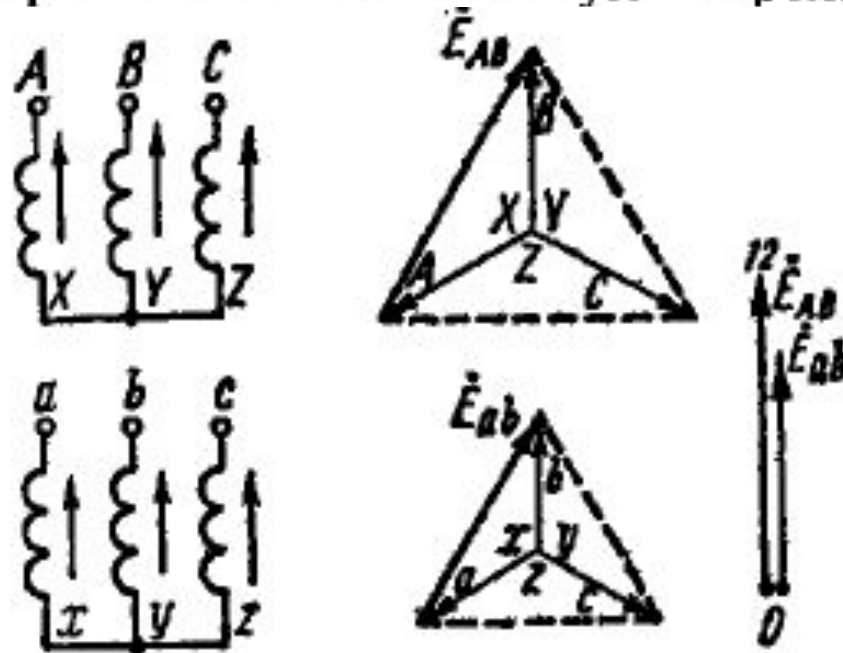
Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора



Соединение трехфазной обмотки зигзагом

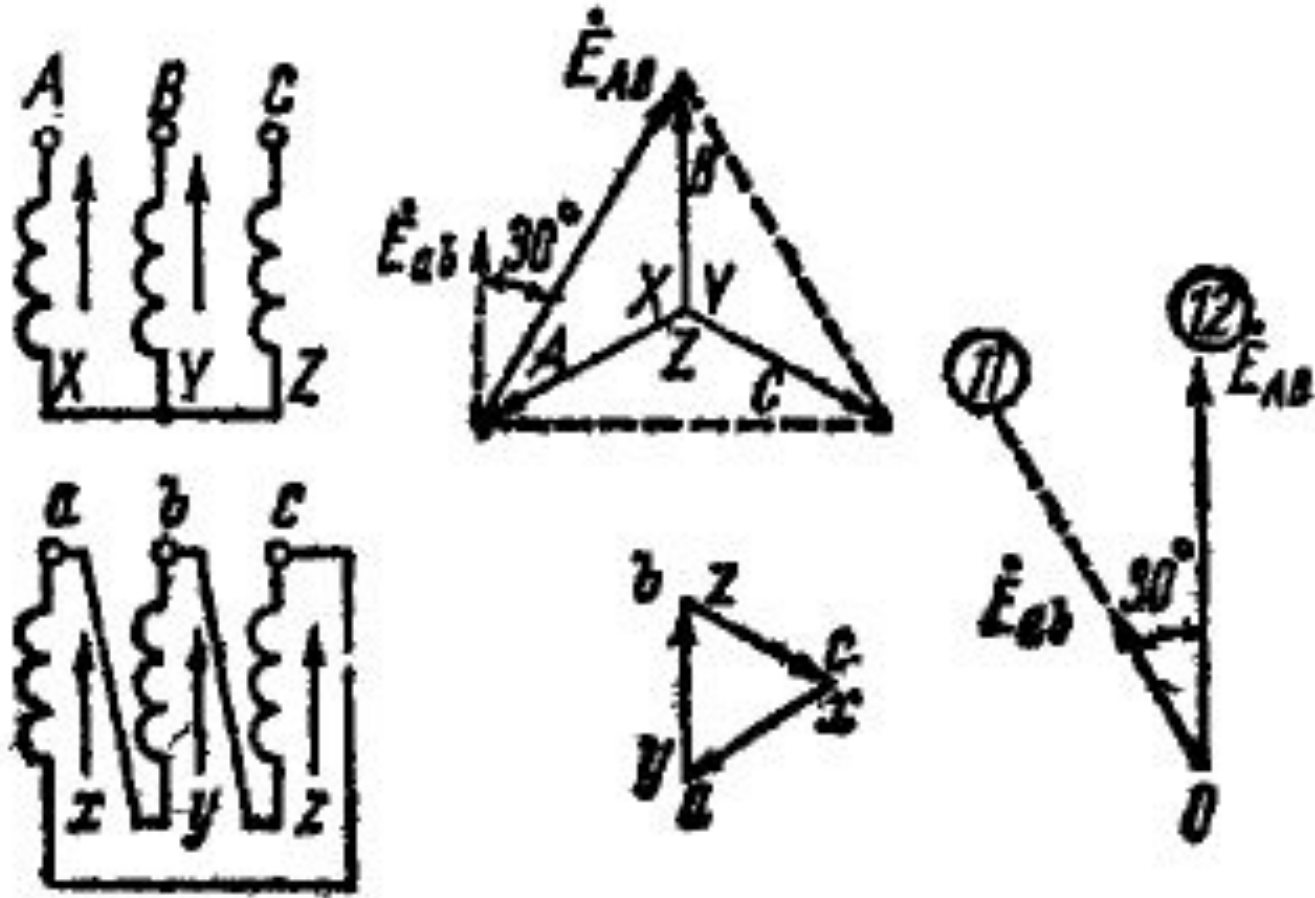
Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора

Для обозначения сдвига фаз обмоток трансформатора векторы их линейных э. д. с. уподобляют стрелкам часового циферблата, причем вектор обмотки ВН принимают за минутную стрелку и считают, что на циферблате часов она направлена на цифру 12, а вектор обмотки НН принимают за часовую стрелку.



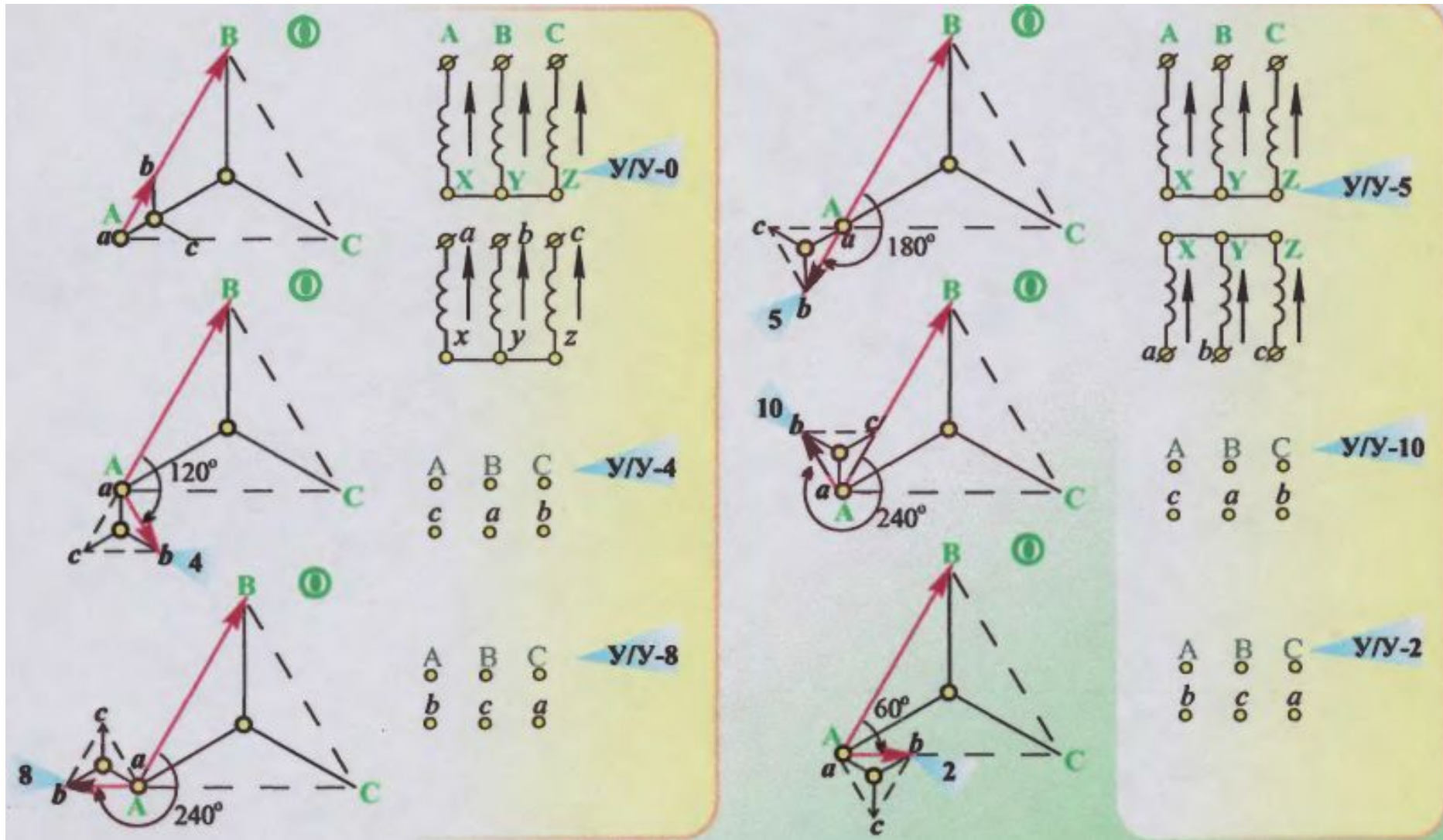
Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/Y-0

Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора

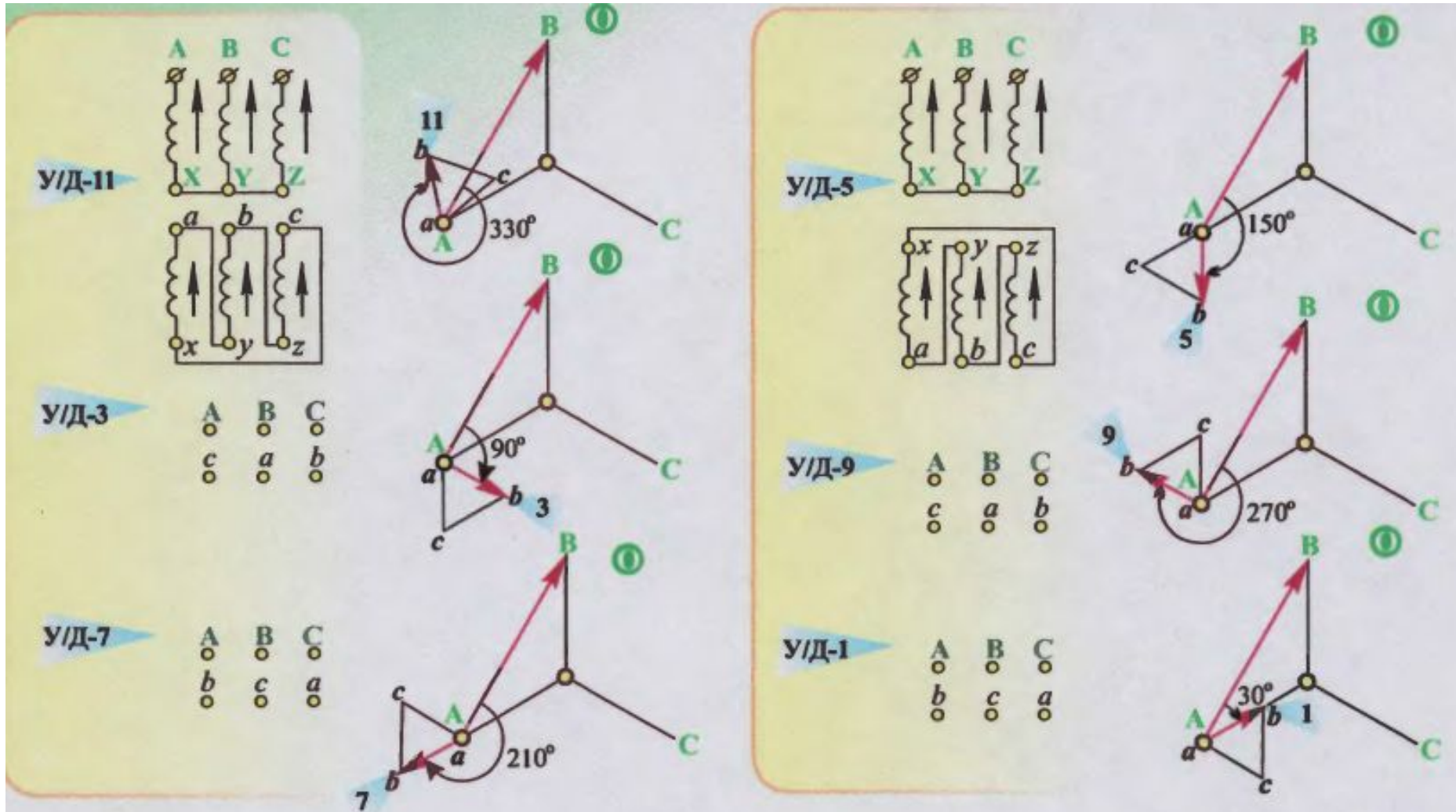


Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/Δ-11

Четные группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов



Нечетные группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов



Элементы конструкции масляного трансформатора

