

Трансформаторы

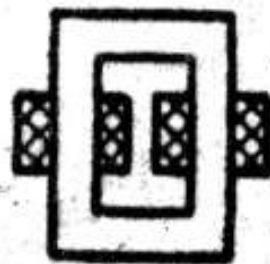
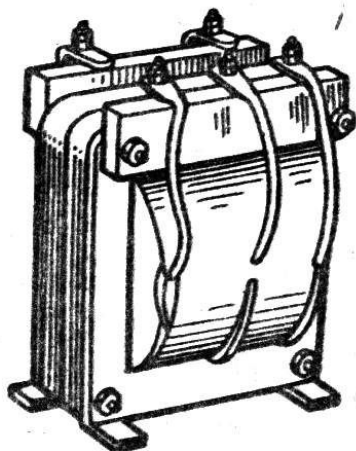
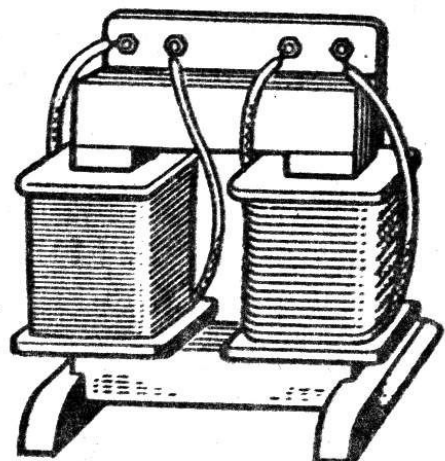
Электротехника

Трансформатор – это статический электромагнитный аппарат, преобразующий величину переменного напряжения при неизменной частоте.

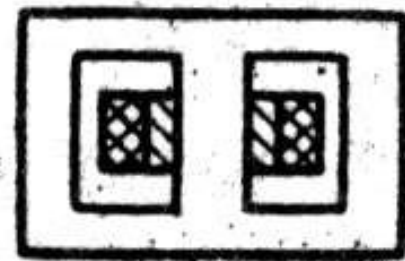
Классификация трансформаторов:

- По количеству фаз: однофазные и трехфазные
 - По виду магнитопровода: стержневые, броневые, тороидальные
 - По назначению: силовые (питающие), измерительные (расширяют пределы измерения приборов) и специальные (например сварочные)
 - По значению выходного напряжения: понижающие и повышающие
-

Виды однофазных трансформаторов



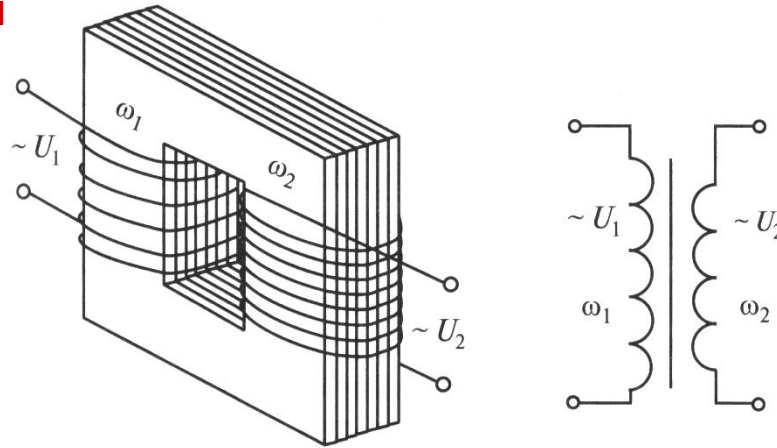
a)



б)

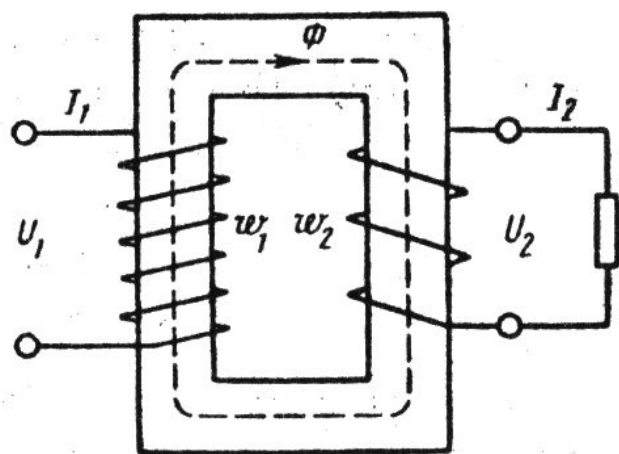
- ☐ а) – стержневой трансформатор (обмотки разнесены на два стержня)
 - ☐ б) – броневой трансформатор (обмотки наматываются одна поверх другой, обмотка высшего напряжения находится на обмотке низшего напряжения)
-

Устройство однофазного трансформатора



- **Замкнутый магнитопровод** (шихтован) набран из листов электротехнической стали толщиной 0,35-0,5 мм, изолированных лаком (для уменьшения потерь на вихревые токи). Верхняя часть магнитопровода – ярмо, там где одеты обмотки – стержень.
- **Обмотки** из медного провода располагаются на стержнях, изолированы от них. Первичная обмотка запитывается от сети, а к вторичной присоединяют нагрузку.

Принцип работы однофазного трансформатора основан на явлении взаимоиנדукции и законе электромагнитной индукции



- При подключении первичной обмотки трансформатора в сеть по обмотке протекает переменный ток, который создает в магнитопроводе переменный магнитный поток Φ , он замыкается, пронизывая витки вторичной обмотки, и наводит там по закону электромагнитной индукции ЭДС. Эту ЭДС и используют для питания нагрузки. Преобразование напряжения достигается за счет разного количества витков обмоток.

Коэффициент трансформации показывает во сколько раз происходит изменение переменного напряжения

$$\hat{E}_{\text{од}} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$E_1 = 4.44 \cdot f \cdot W_1 \cdot \hat{O}$$

$$E_2 = 4.44 \cdot f \cdot W_2 \cdot \hat{O}$$

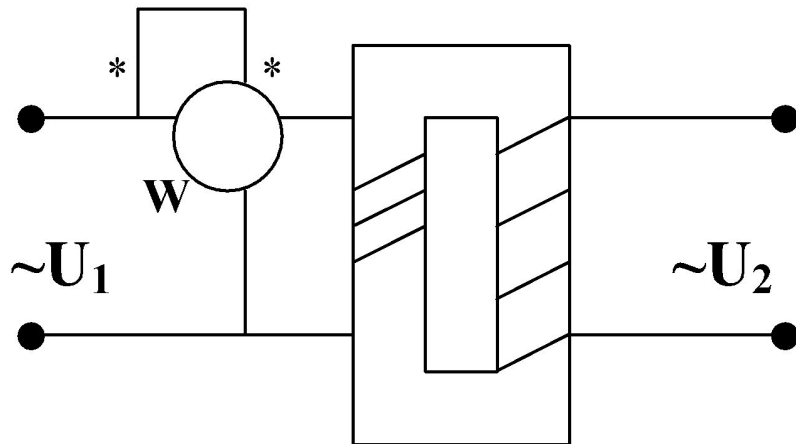
Формула трансформаторной ЭДС:

W — количество витков

Φ — магнитный поток (Вб)

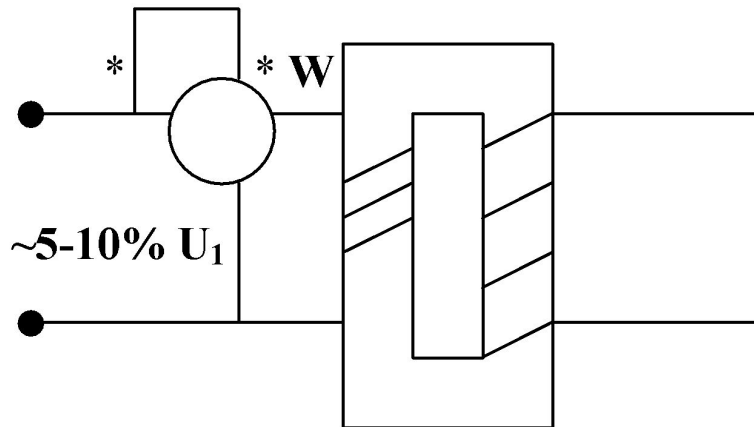
f — частота переменного тока (Гц)

Режим холостого хода – к первичной обмотке подведено номинальное напряжение, в ней протекает минимальный ток, а вторичная обмотка разомкнута.



- Ваттметр включенный в цепь первичной обмотки измерит потери холостого хода, которые идут на перемагничивание железа (**МАГНИТНЫЕ ПОТЕРИ**)

Режим короткого замыкания – к первичной обмотке подведено 5-10% от номинального напряжения, а вторичная обмотка замкнута, в ней протекает максимальный ток.



- Ваттметр включенный в цепь первичной обмотки измерит потери короткого замыкания, которые идут на нагрев проводников обмотки (**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ**)
-

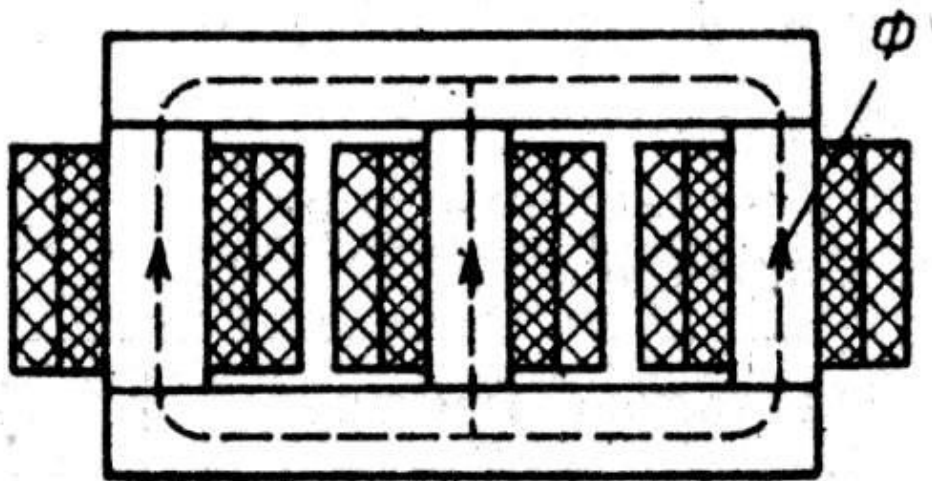
Коэффициент полезного действия трансформатора

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$$

- $P_1 = U \cdot I$ – потребляемая из сети мощность**
 - $P_2 = P_1 - (P_{эл} + P_{м})$ – полезная мощность, отдаваемая нагрузке**
 - $P_{эл} + P_{м}$ – электрические и магнитные потери мощности**
-

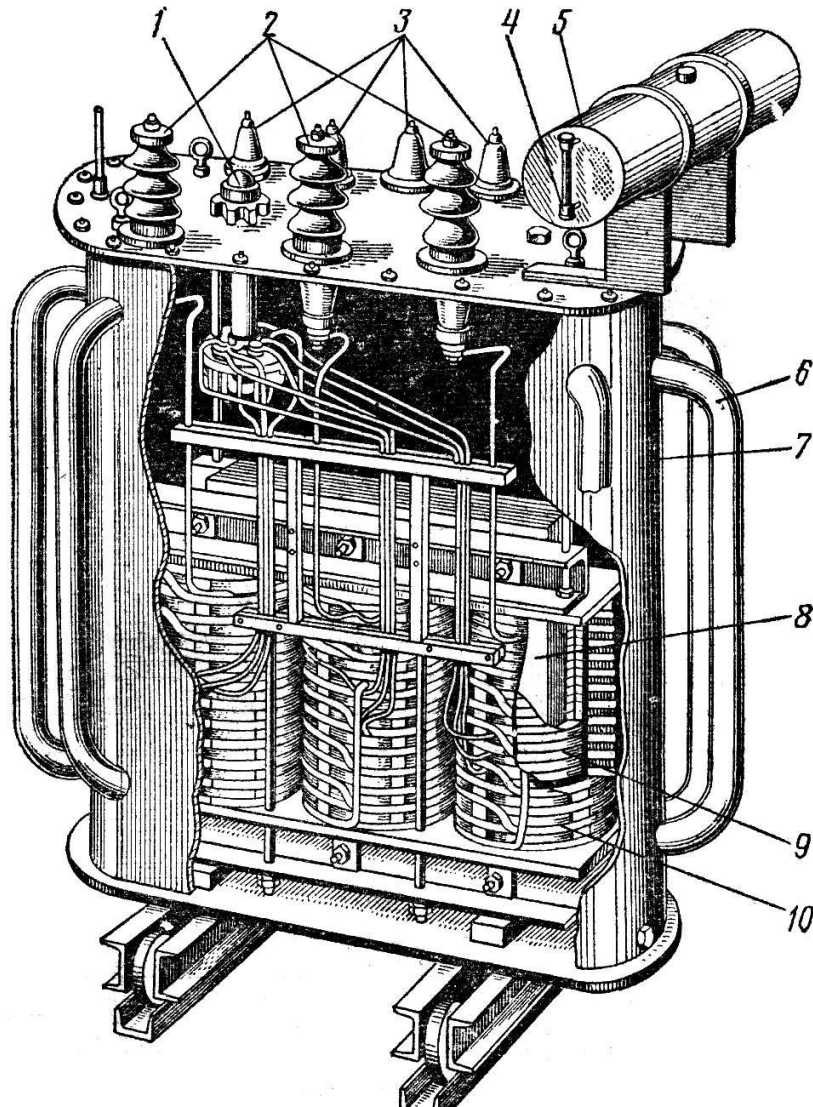
Трехфазные трансформаторы

В ЛЭП используют мощные трехфазные силовые трансформаторы.



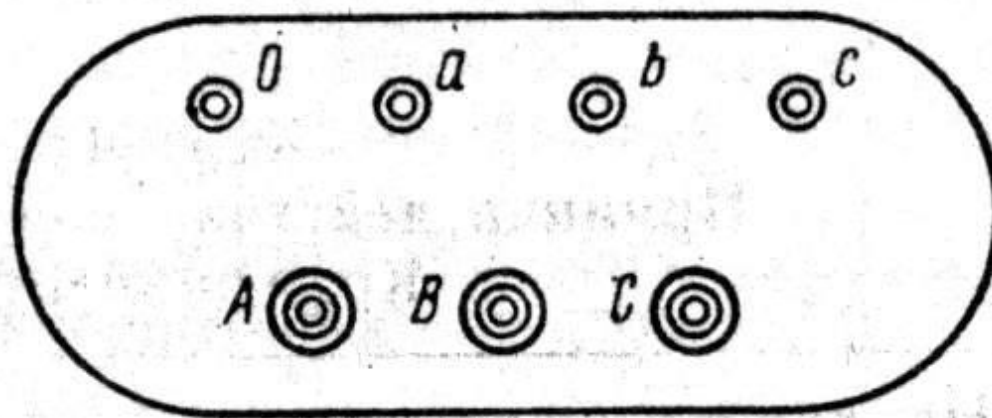
- Магнитопровод имеет три стержня, на каждом расположено по две обмотки каждой фазы concentрично.

Трехфазный силовой трансформатор



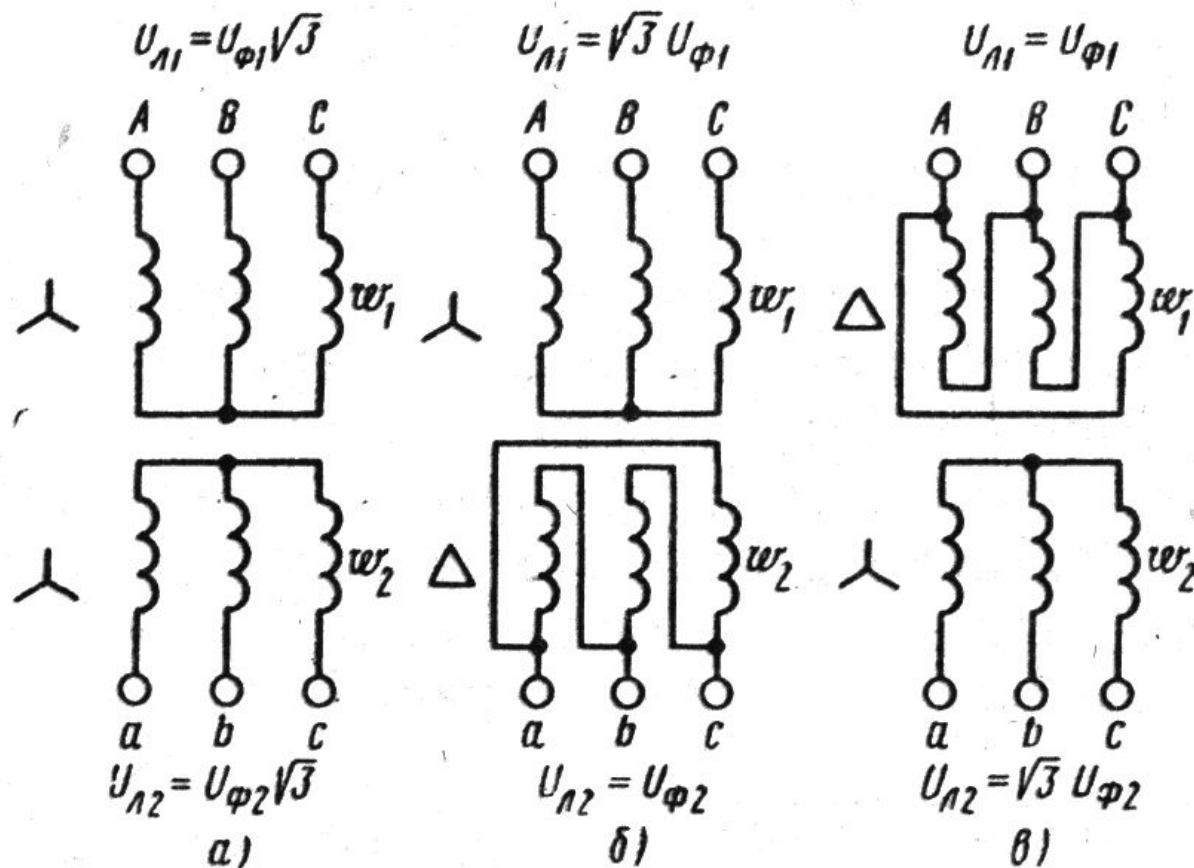
- ☐ 1 – переключатель (изменяет коэффициент трансформации на 5%)
- ☐ 2 – изоляторы выводов обмотки высшего напряжения
- ☐ 3 – изоляторы обмотки низшего напряжения
- ☐ 4 – маслоуказатель
- ☐ 5 – расширительный бак
- ☐ 6 – теплообменные трубы
- ☐ 7 – бак с трансформаторным маслом
- ☐ 8 – стержень магнитопровода
- ☐ 9 – обмотка низшего напряжения
- ☐ 10 – обмотка высшего напряжения

Для подключения трансформатора к ЛЭП на крышке бака есть выводы- фарфоровые изоляторы с медными стержнями.



- ☐ A B C – выводы высшего напряжения
 - ☐ a b c – выводы низшего напряжения
 - ☐ O – вывод нулевого провода
-

Коэффициент трансформации трехфазного трансформатора зависит от способа включения обмоток и может изменяться в 1,7 раз



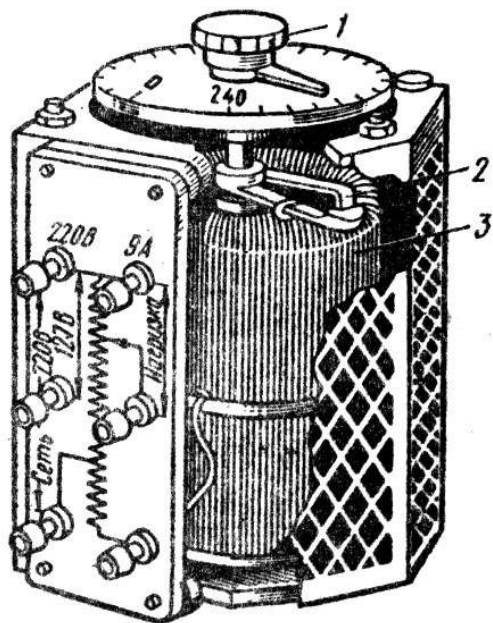
$$a) K_{\text{тр}} = U_{\text{л1}}/U_{\text{л2}} = U_{\phi1}/U_{\phi2}$$

$$б) K_{\text{тр}} = U_{\text{л1}}/U_{\text{л2}} = 1,7 \cdot U_{\phi1}/U_{\phi2}$$

$$в) K_{\text{тр}} = U_{\text{л1}}/U_{\text{л2}} = U_{\phi1} / 1,7 \cdot U_{\phi2}$$

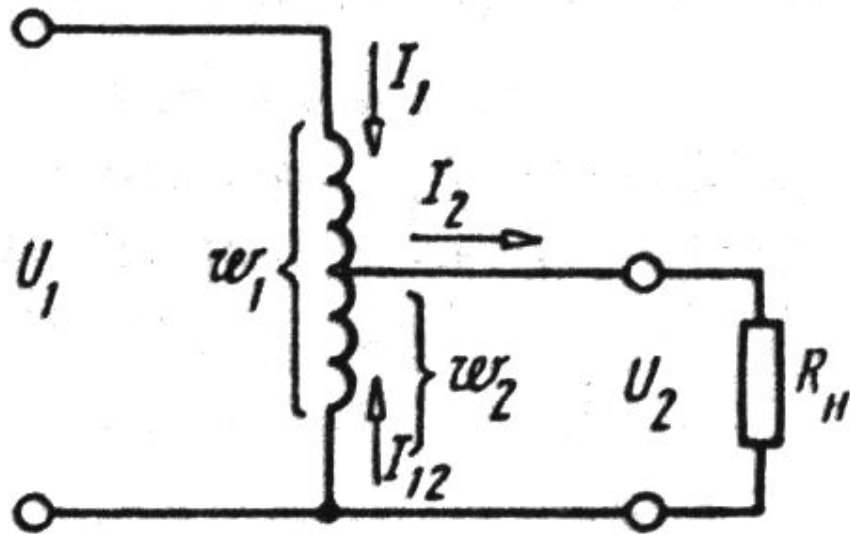
Специальные трансформаторы

Автотрансформатор – это трансформатор, часть первичной обмотки которого принадлежит вторичной, поэтому у него можно плавно изменять коэффициент трансформации, т.е. напряжение на выходе варьируется.



- ☐ 1 – регулятор
 - ☐ 2 – бегунок (перемещается по виткам обмотки)
 - ☐ 3 – тороидальный магнитопровод с намотанной на него медной обмоткой
-

Принцип работы автотрансформатора

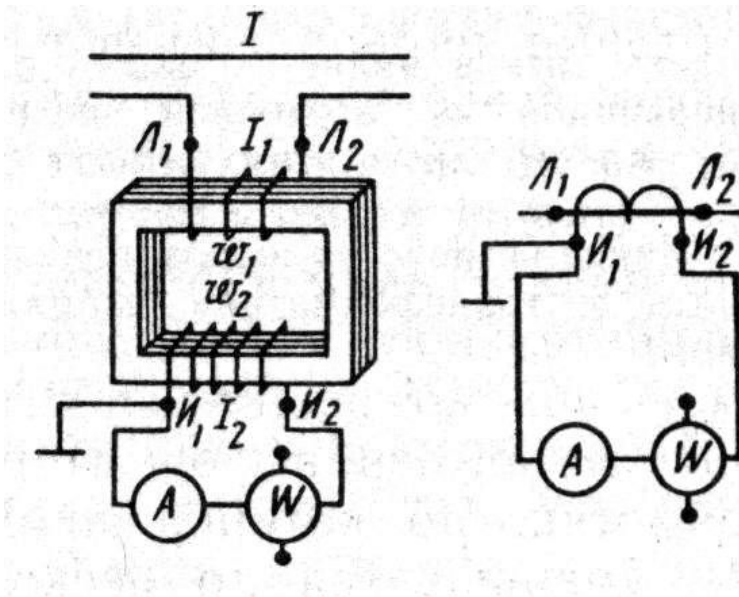


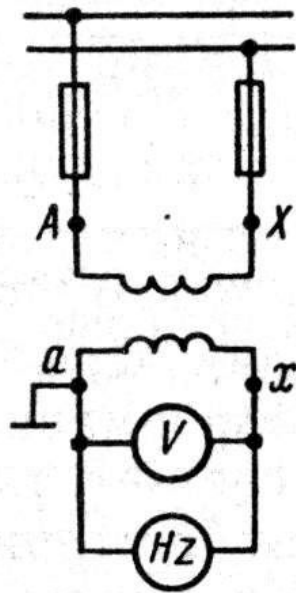
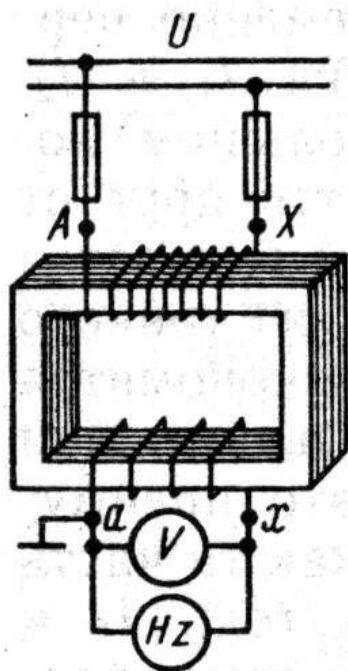
□ Бегунок, перемещаясь по виткам первичной обмотки, отделяет их часть для вторичной, отдавая напряжение на нагрузку, чем больше витков, тем больше напряжение на нагрузке.

□ Применяется - регулятор переменного напряжения (ЛАТР) для запуска асинхронных машин.

Измерительные трансформаторы – расширяют пределы измерения приборов на переменном токе за счет разницы количества витков первичной и вторичной обмоток.

- Измерительный трансформатор тока работает **в режиме короткого замыкания**, через него можно включить амперметр и токовую катушку ваттметра.



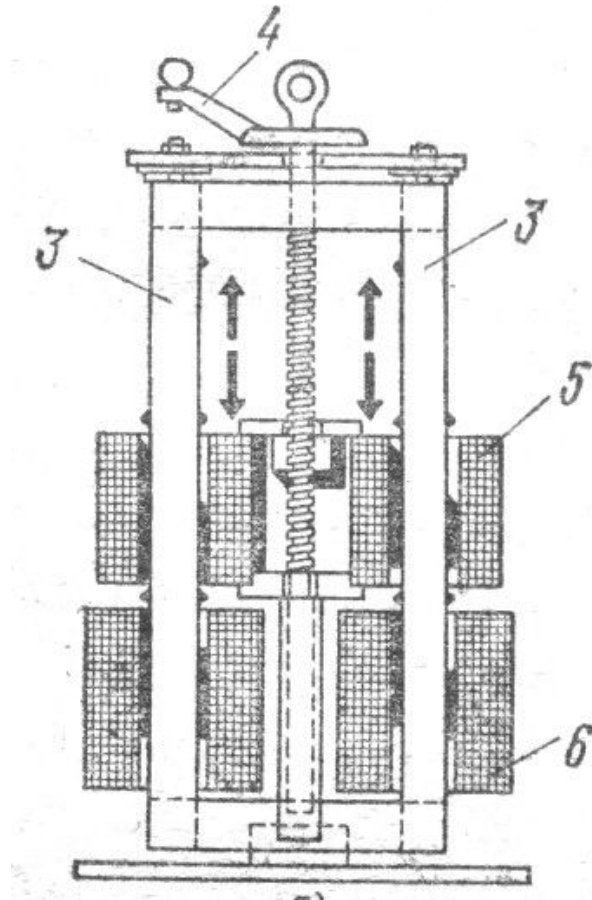


- Измерительный трансформатор напряжения работает **в режиме холостого хода**, через него можно включить вольтметр, герцметр и вольтметровую катушку ваттметра.

Сварочный трансформатор используется для получения электрической дуги, используемой для сварки.

- Трансформатор должен легко переходить из режима холостого хода в режим короткого замыкания. Для этого у него увеличивают поток рассеивания, чтобы получить падающую внешнюю характеристику.
-

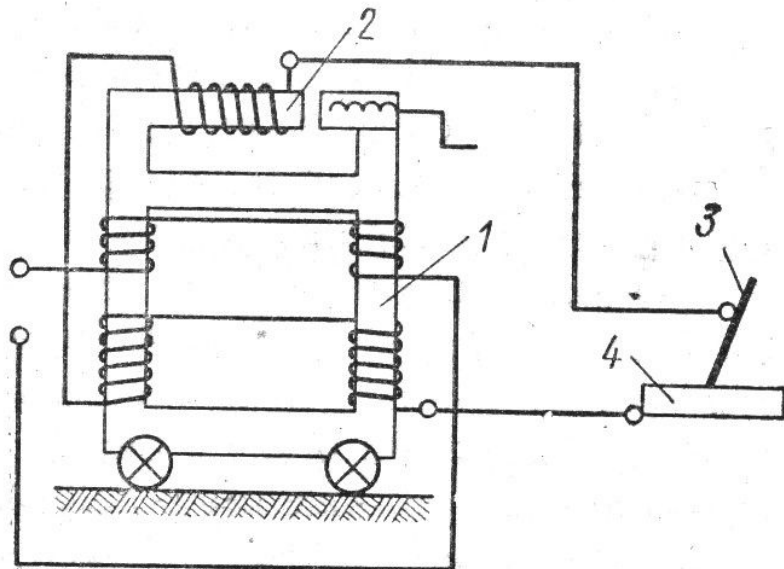
Сварочный трансформатор типа ТСК с раздвижными обмотками



- ☐ 3 – стальной сердечник
- ☐ 4 – рукоять для раздвижения обмоток
- ☐ 5 и 6 – раздвижные обмотки

Сварочные трансформаторы типа СТН– с

*дроссельными катушками, которые увеличивающими
поток рассеивания, служат для регулирования
сварочного тока.*



- ☐ 1 – трансформатор
- ☐ 2 – регулятор
- ☐ 3 – сварочный электрод
- ☐ 4 - плита

