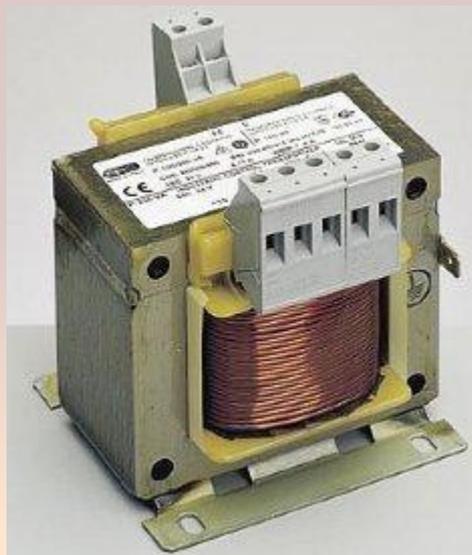


# Трансформаторы

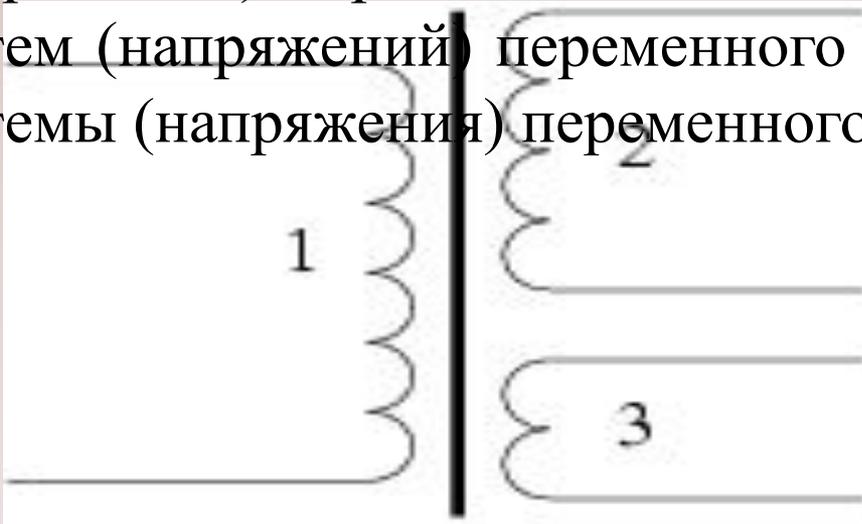




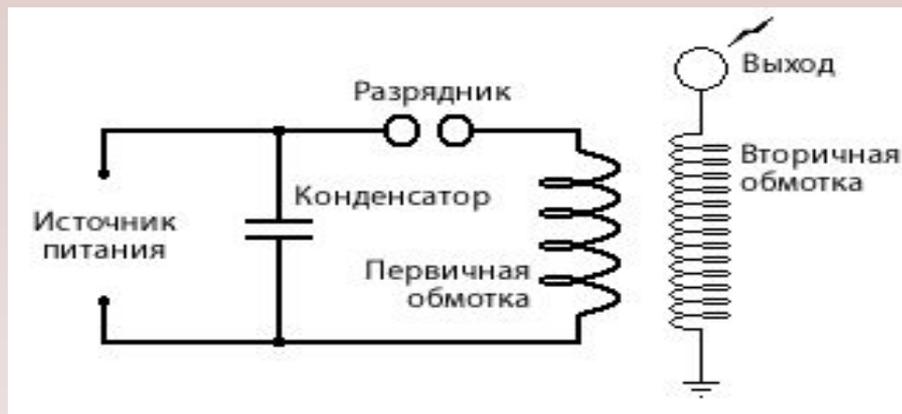
30 ноября 1876 года 30 ноября 1876 года 30 ноября 1876 года, дата получения патента 30 ноября 1876 года, дата получения патента Яблочковым Павлом Николаевичем, считается датой рождения первого трансформатора. Это был трансформатор с разомкнутым сердечником, представлявшим собой стержень, на который наматывались обмотки.

Первые трансформаторы с замкнутыми сердечниками были созданы в Англии в 1884 году братьями Джоном и Эдуардом Гопкинсон<sup>1</sup>. В 1885 г. венгерские инженеры фирмы «Ганц и К<sup>о</sup>» Отто Блати, Карой Циперновский и Микша Дери изобрели трансформатор с замкнутым магнитопроводом, который сыграл важную роль в дальнейшем развитии конструкций трансформаторов.

**Трансформатор** (от лат. *transformo* — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем (напряжений) переменного тока в одну или несколько других систем (напряжений) переменного тока без изменения частоты системы (напряжения) переменного тока.



Трансформатор Теслы — единственное из изобретений Николы Теслы, носящих его имя сегодня. Это классический резонансный трансформатор, производящий высокое напряжение при высокой частоте. Оно использовалось Теслой в нескольких размерах и вариациях для его экспериментов. «Трансформатор Теслы» также известен под названием «катушка Теслы». Прибор был создан 22 сентября 1896 года и заявлен как «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала».

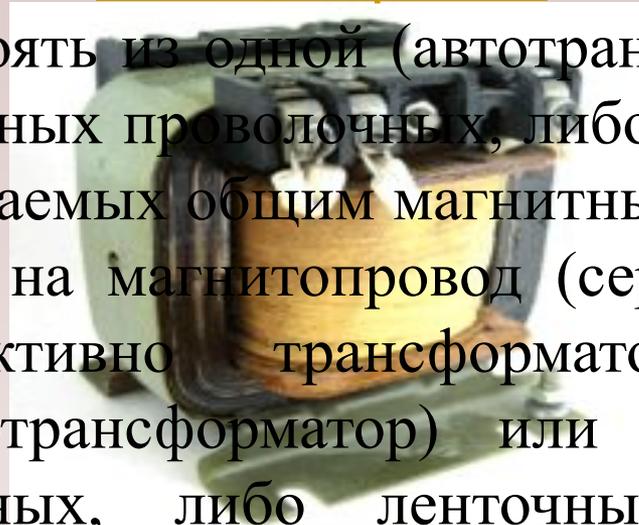


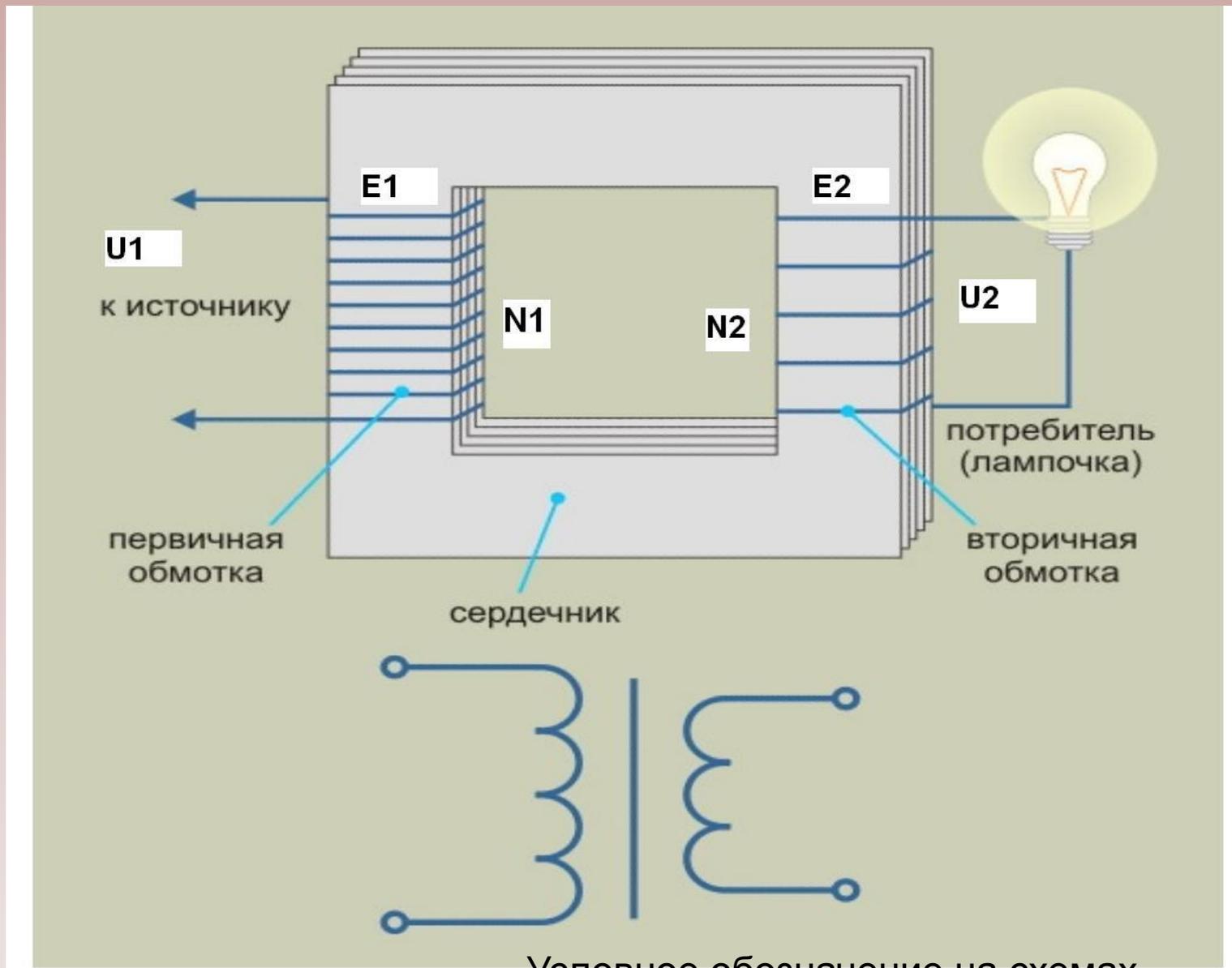
Трансформатор осуществляет преобразование напряжения переменного тока в самых различных областях применения — электроэнергетике, электронике и радиотехнике.

Конструктивно трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных проволочных, либо ленточных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных, как правило, на магнитопровод

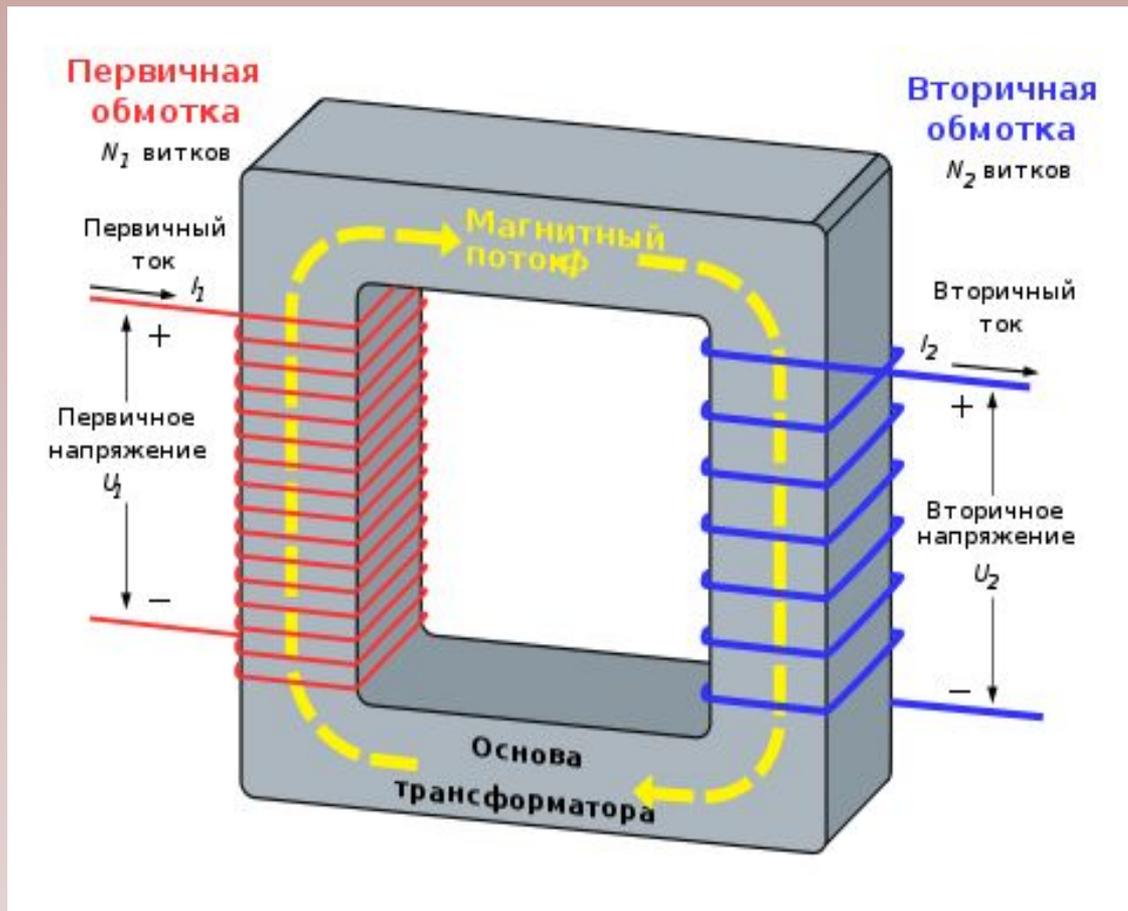
Конструктивно трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных проволочных, либо ленточных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных, как правило, на магнитопровод (сердечник) из

ферромагнитного Конструктивно трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных проволочных, либо ленточных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком.





Условное обозначение на схемах



## Устройство трансформатора.

- Две катушки с разными числами витков одеты в стальной сердечник
  - Катушка, подключенная к источнику – первичная катушка. ( $N_1, U_1, I_1$ )
  - Катушка, подключенная к потребителю – вторичная катушка. ( $N_2, U_2, I_2$ )
- $N$ -число витков.  $U$ -напряжение.  $I$ -сила тока.

Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

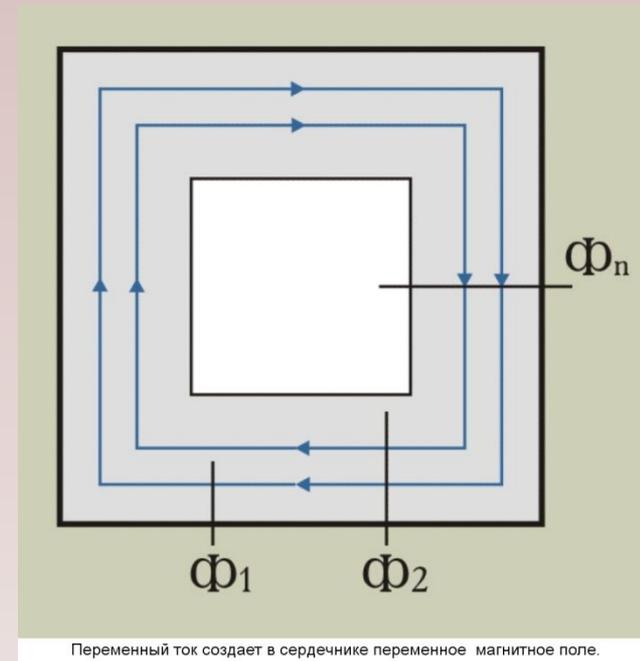
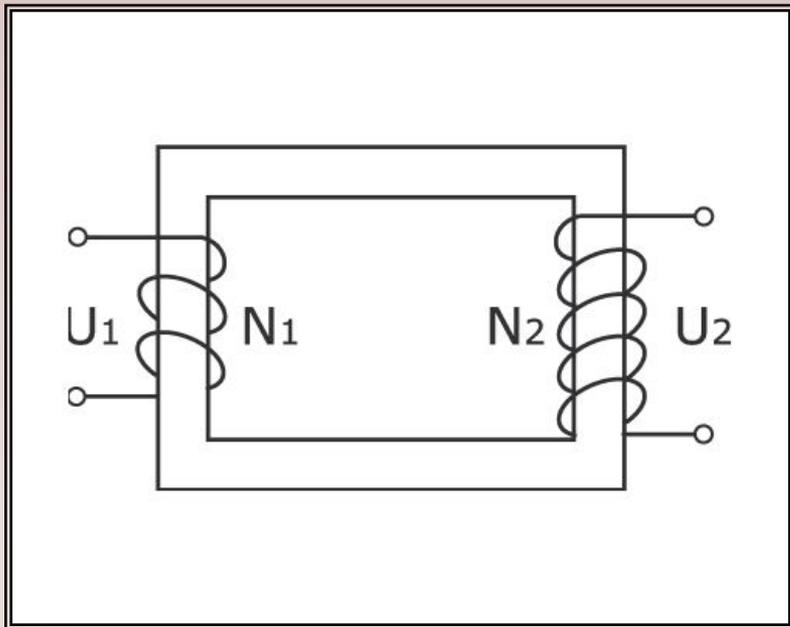
1. Изменяющийся во времени электрический ток изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)

2. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)

На одну из обмоток, называемую *первичной обмоткой*, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток создаёт переменный магнитный поток, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток создаёт переменный магнитный поток в магнитопроводе. В результате электромагнитной индукции, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке

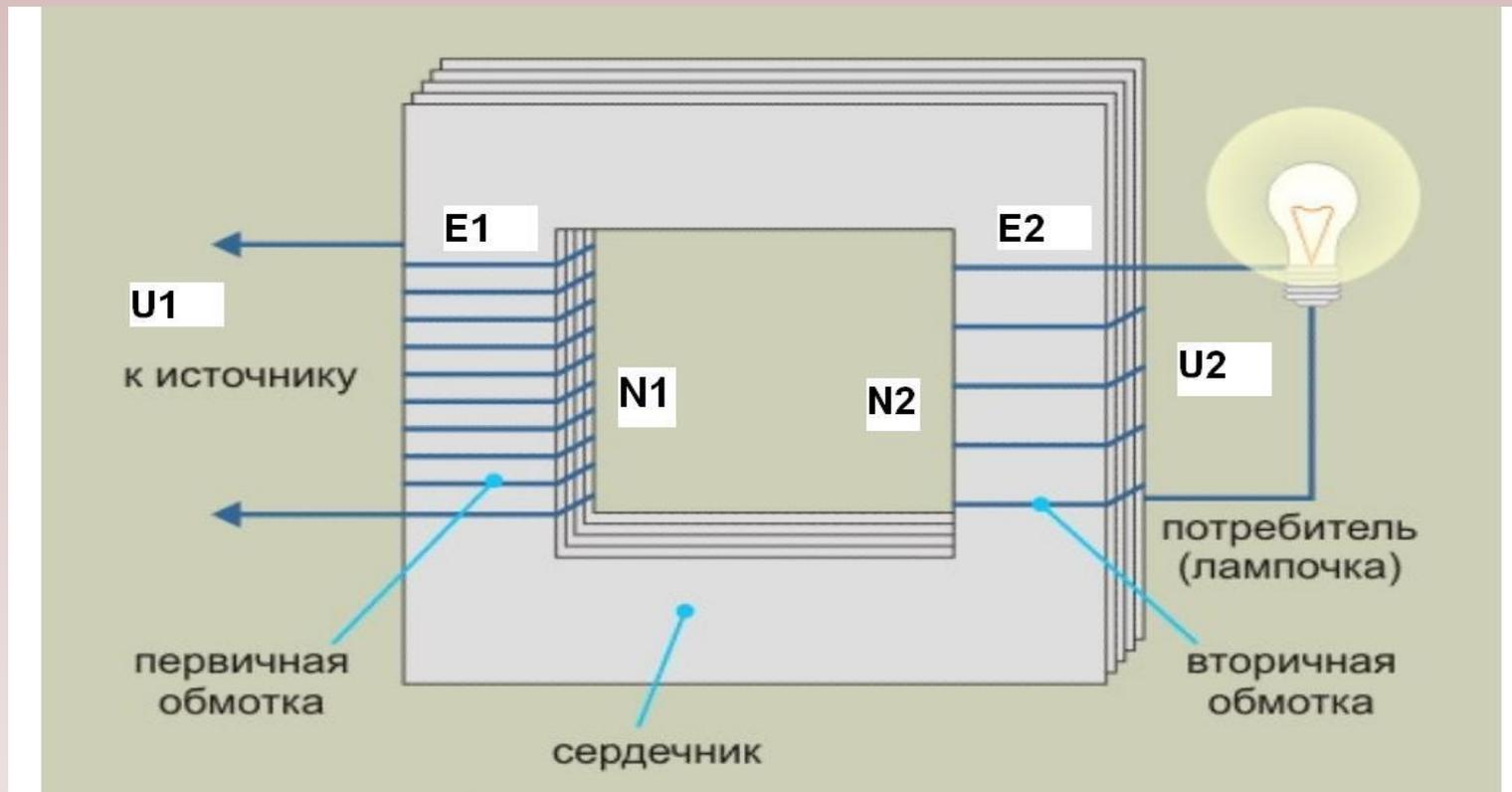
## Режим холостого хода

Данный режим характеризуется разомкнутой вторичной цепью трансформатора, вследствие чего ток в ней не течёт. С помощью опыта холостого хода можно определить **КПД** трансформатора, коэффициент трансформации, а также потери в сердечнике.



## Рабочий ход ( под нагрузкой)

Нагрузочный режим. Этот режим характеризуется замкнутой на нагрузке вторичной цепью трансформатора. Данный режим является основным рабочим для трансформатора.



## Коэффициент трансформации

Коэффициент трансформации – величина, равная отношению напряжений в первичной и вторичной обмотках трансформатора

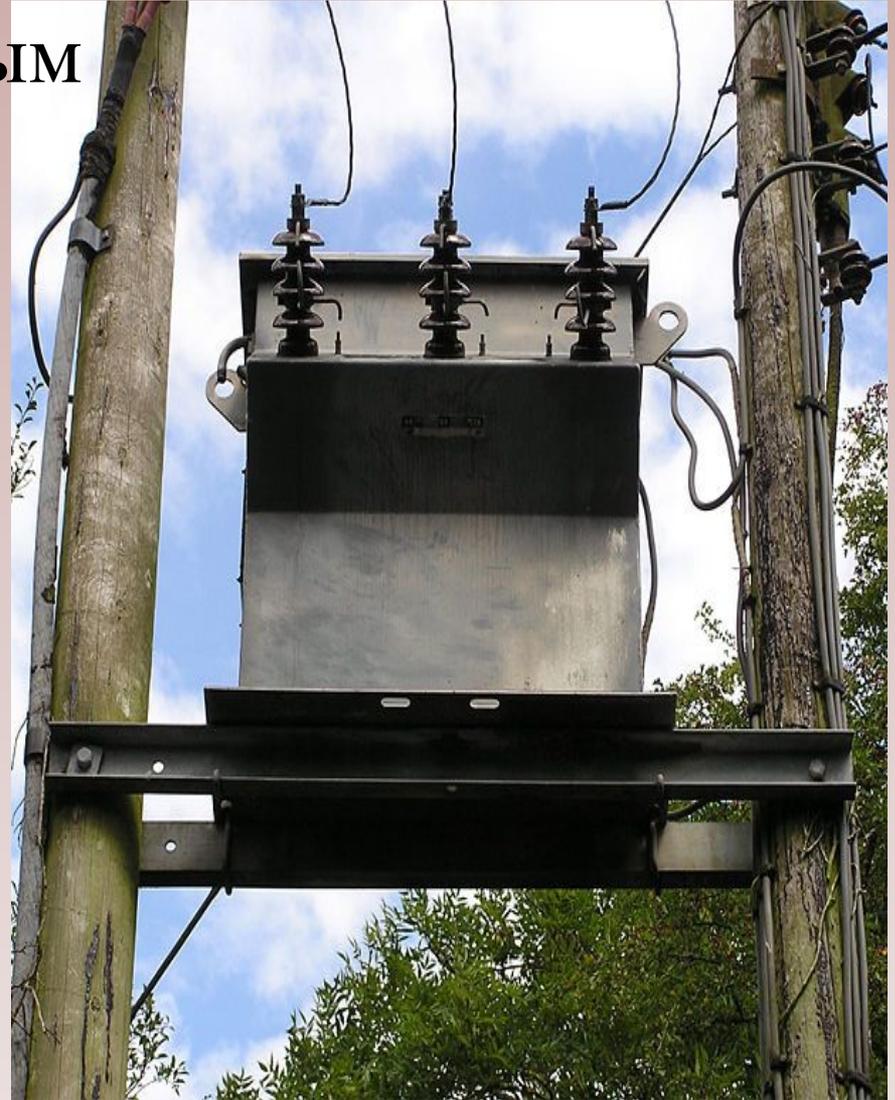
$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

**Вывод:** если  $K < 1$ , если  $N_2 > N_1$  или  $U_2 > U_1$ , то трансформатор повышающий;  
если  $K > 1$  если  $N_2 < N_1$  или  $U_2 < U_1$ , трансформатор понижающий.

Мачтовая трансформаторная  
подстанция с трёхфазным  
понижающим  
трансформатором.

$$\text{КПД} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$$

$P_1, P_2$  - мощность



Для трансформатора выполняется условие

$$I_1 U_1 \approx I_2 U_2$$

Во сколько раз трансформатор увеличивает напряжение во, столько же раз и уменьшает силу тока.

## Применение в электросетях

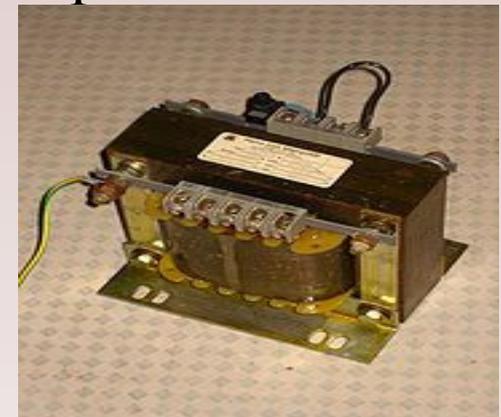
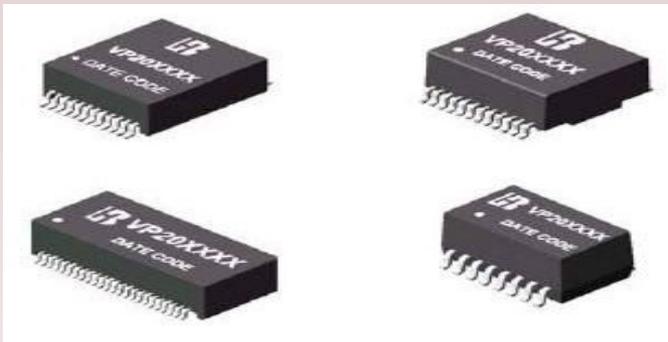
Поскольку потери на нагревание провода пропорциональны квадрату тока через провод, при передаче электроэнергии на большое расстояние выгодно использовать очень большие напряжения и небольшие токи. Из соображений безопасности и для уменьшения массы изоляции в быту желательно использовать не столь большие напряжения.

Поэтому для наиболее выгодной транспортировки электроэнергии в электросети многократно применяют трансформаторы: сначала для повышения напряжения генераторов на электростанциях перед транспортировкой электроэнергии, а затем для понижения напряжения линии электропередач до приемлемого для потребителей уровня.



## Применение в источниках питания. Компактный трансформатор

Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Например, в телевизоре используются напряжения от 5 вольт, для питания микросхем и транзисторов, до 20 киловольт, для питания анода кинескопа. Все эти напряжения получаются с помощью трансформаторов (напряжение 5 вольт с помощью сетевого трансформатора, напряжение 20 кВ с помощью строчного трансформатора). В компьютере также необходимы напряжения 5 и 12 вольт для питания разных блоков. Все эти напряжения преобразуются из напряжения электрической сети с помощью трансформатора со многими вторичными обмотками.



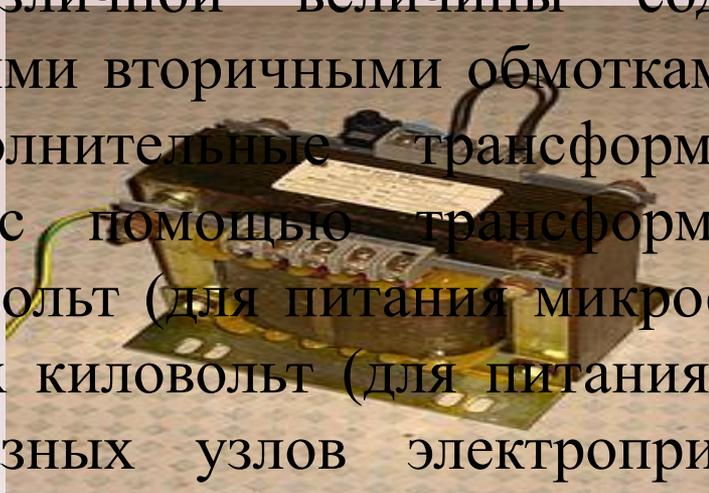
## Применение в источниках электропитания.

Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Блоки электропитания в устройствах, которым необходимо несколько напряжений различной величины содержат трансформаторы с несколькими вторичными обмотками или содержат в схеме дополнительные трансформаторы. Например, в

телевизоре Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Блоки электропитания в устройствах, которым необходимо несколько напряжений различной величины содержат трансформаторы с несколькими вторичными обмотками или содержат в схеме дополнительные трансформаторы.

Например, в телевизоре с помощью трансформаторов получают напряжения от 5 вольт (для питания микросхем и транзисторов) до нескольких киловольт (для питания анода

кинескопа Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Блоки





*Силовой трансформатор* — трансформатор, предназначенный для преобразования электрической энергии в электрических сетях и в установках, предназначенных для приёма и использования электрической энергии. Слово "силовой" отражает работу данного вида трансформаторов с большими мощностями. Необходимость применения силовых трансформаторов обусловлена различной *величиной рабочих напряжений ЛЭП* (100-750 кВ), городских электросетей (как правило 6 кВ), напряжения, подаваемого конечным потребителям (0,4 кВ, они же 380/220 В) и напряжения, требуемого для работы электромашин и электроприборов (самые различные от единиц вольт до сотен киловольт).

