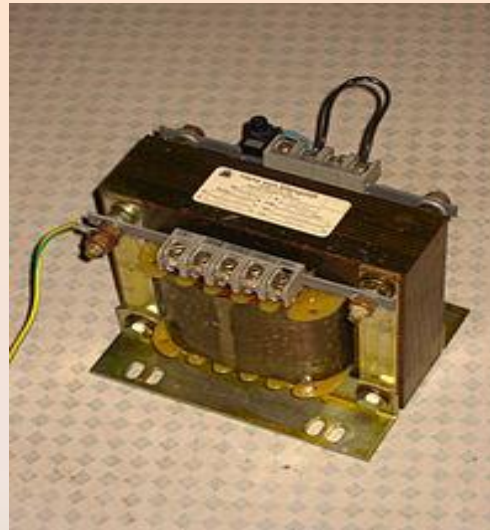
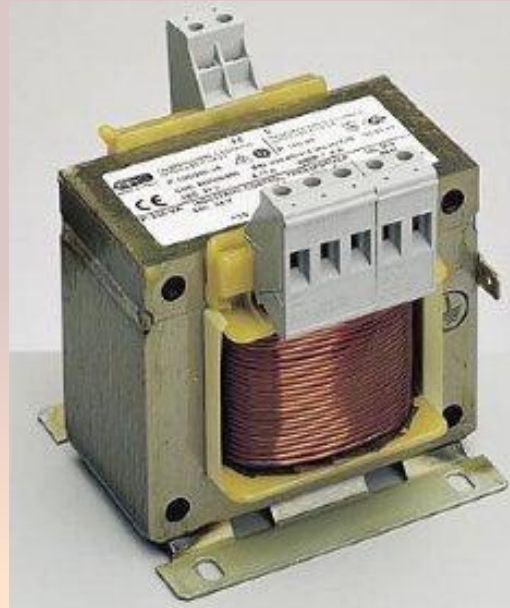
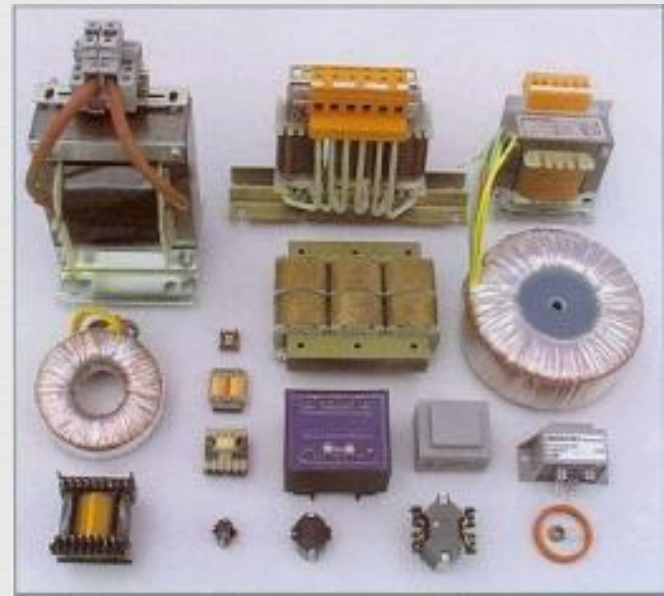


Трансформаторы



Назначение, области применения, классификация, устройство, принцип действия и рабочий процесс трансформаторов. Потери и КПД

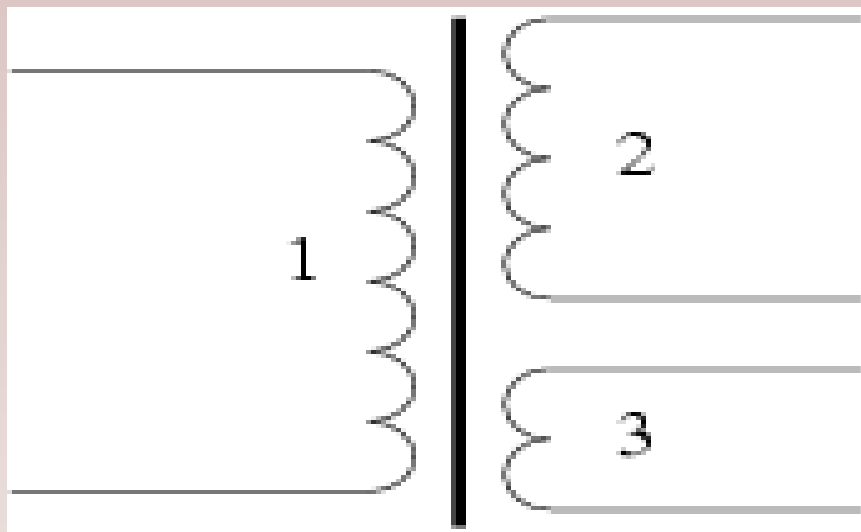




30 ноября 1876 года, дата получения патента Яблочковым Павлом Николаевичем, считается датой рождения первого трансформатора. Это был трансформатор с разомкнутым сердечником, представлявшим собой стержень, на который наматывались обмотки.

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

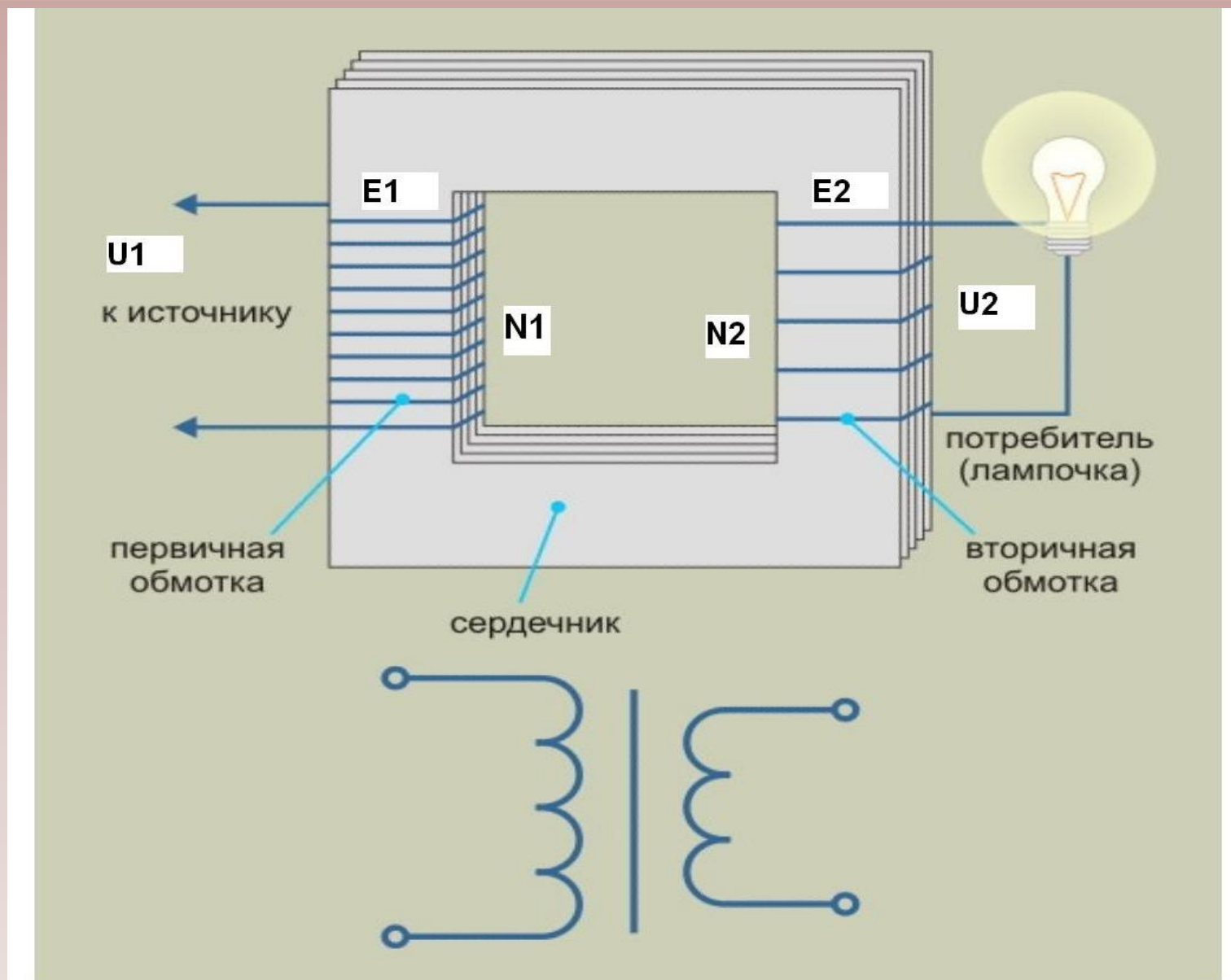
Трансформатор (от лат. *transformo* — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем (напряжений) переменного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



Трансформатор 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 (сердечник) из ферромагнитного магнито-мягкого материала.





Условное обозначение на схемах

Классификация трансформаторов



По признаку функционального назначения



трансформаторы питания



трансформаторы согласования



Классификация трансформаторов



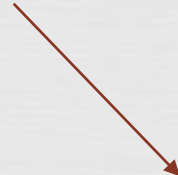
трансформаторы питания



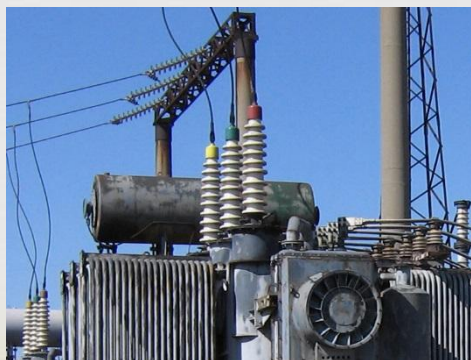
По напряжению



**Низковольтные
(до 1000 В)**



**Высоковольтные
(свыше 1000 В)**



Классификация трансформаторов

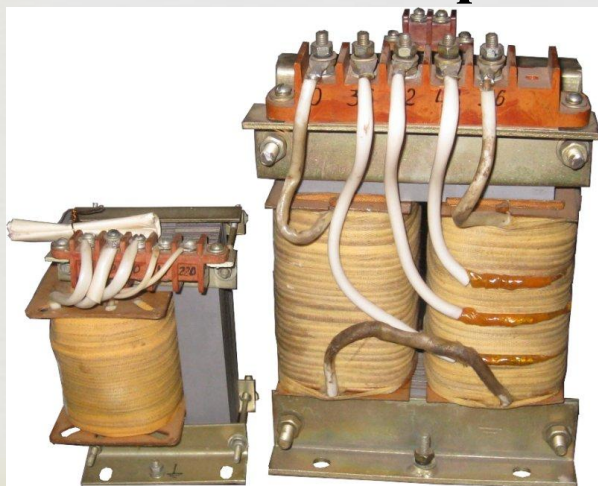


трансформаторы питания



В зависимости от числа фаз преобразуемого напряжения

однофазные



трехфазные



Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



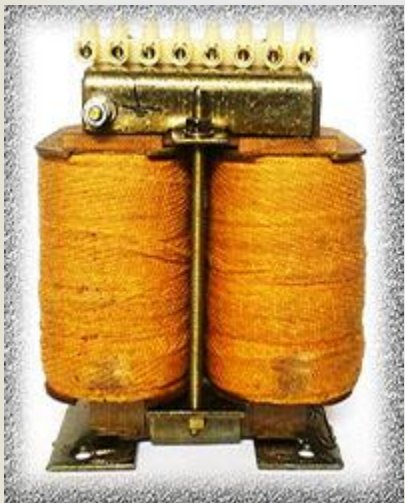
В зависимости от числа обмоток



двухобмоточные



многообмоточные



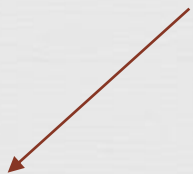
Классификация трансформаторов



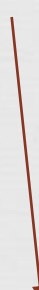
трансформаторы питания



В зависимости от конфигурации магнитопровода



стержневые



броневые



тороидальные



бронестержневые

Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



В зависимости от мощности

малой мощности



средней мощности



большой мощности



Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



В зависимости от способа изготовления магнитопровода



пластинчатые



ленточные

Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



В зависимости от коэффициента трансформации



повышающие



понижающие



Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



В зависимости от вида связи между обмотками



**с электромагнитной связью
(с изолированными обмотками)**



**с электромагнитной и электрической связью
(со связанными обмотками)**

Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



В зависимости от конструкции всего трансформатора

открытые



закрытые



Классификация трансформаторов



трансформаторы питания



по виду охлаждения

с воздушным (сухие трансформаторы)



с масляным (масляные трансформаторы)



Области применения трансформаторов

1. Для передачи и распределения электрической энергии.

В настоящее время для высоковольтных линий электропередач применяются силовые трансформаторы с масляным охлаждением напряжением 330, 500 и 750 кВ, мощностью до 1200-1600 МВ*А

2. Для обеспечения нужной схемы включения вентиляей в преобразовательных устройствах и согласования напряжения на входе и выходе преобразователя.

Трансформаторы, применяются для этой цели, называются *преобразовательными*. Их мощность достигает тысячи киловольт-ампер, напряжение 110 кВ; они работают при частоте 50 Гц и более.

Рассматриваемые трансформаторы выполняют одно-, трёх- и многофазными с регулированием выходного напряжения в широких пределах и без регулирования.

Области применения трансформаторов

3. Для различных технологических целей: сварки (сварочные трансформаторы), питание электротермических установок (электропечные трансформаторы) и др. Мощность их достигает десятков тысяч киловольт-ампер при напряжении до 10 кВ; они работают обычно при частоте 50 Гц.

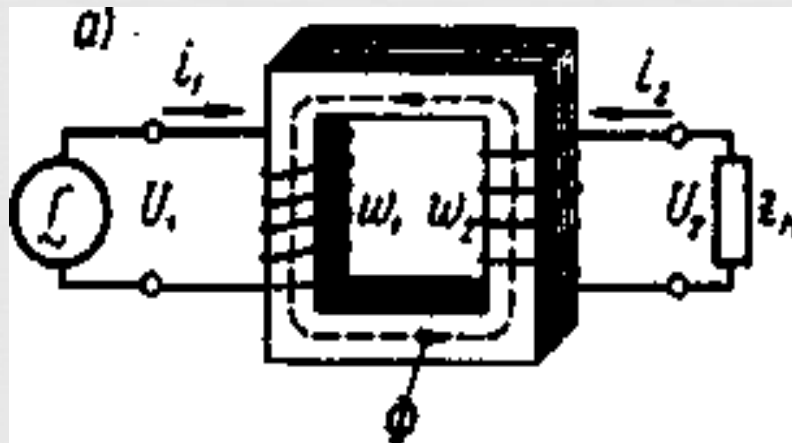
4. Для включения электроизмерительных приборов и некоторых аппаратов, например реле, в электрические цепи, по которым проходят большие токи, с целью расширения пределов измерения и обеспечения электробезопасности.

Трансформаторы, применяемые для этой цели, называются измерительными. Они имеют сравнительно большую мощность, определяемую мощностью, потребляемой электроизмерительными приборами, реле и др.

Области применения трансформаторов

5. Для питания различных цепей радио- и телевизионной аппаратуры; для разделения электрических цепей различных элементов этих устройств; для согласования напряжений и т.п. Трансформаторы, используемые в этих устройствах, обычно имеют малую мощность (от нескольких вольт-ампер до нескольких киловольт-ампер), невысокое напряжение, работают при частоте 50 Гц и более. Их выполняют двух-, трех- и многообмоточными; условия работы, предъявляемые к ним требования и принципы проектирования весьма специфичны. Как правило, трансформаторы питания изготавливаются комбинированными, т.е. позволяющими снимать несколько напряжений; при этом первичная обмотка (сетевая) может быть выполнена в виде одной обмотки с двумя отводами или двух одинаковых обмоток с одним отводом в каждом из них. Во втором варианте первичная обмотка на различные напряжения (110, 127 или 220 В) переключается специальным сетевым переключателем.

Принцип действия трансформаторов



Простейший силовой трансформатор состоит из магнитопровода (сердечника), выполненного из ферромагнитного материала (обычно листовая электротехническая сталь), и двух обмоток, расположенных на стержнях магнитопровода (рис. *a*). Одна из обмоток, которую называют *первичной*, присоединена к источнику переменного тока Γ на напряжение U_1 .

Принцип действия трансформаторов

Трансформатор — это аппарат переменного тока. Если же его первичную обмотку подключить к источнику постоянного тока, то магнитный поток в магнитопроводе трансформатора также будет постоянным как по величине, так и по направлению [$(d\Phi/dt)=0$], поэтому в обмотках трансформатора не будет наводиться ЭДС, а следовательно, электроэнергия из первичной цепи не будет передаваться во вторичную.



Устройство трансформаторов

Современный трансформатор состоит из различных конструктивных элементов: магнитопровода, обмоток, вводов, бака и др. Магнитопровод с насаженными на его стержни обмотками составляет *активную часть* трансформатора. Остальные элементы трансформатора называют *неактивными* (вспомогательными) частями.

Устройство трансформаторов

Магнитопровод

Магнитопровод в трансформаторе выполняет две функции: во-первых, он составляет магнитную цепь, по которой замыкается основной магнитный поток трансформатора, а во-вторых, он предназначен для установки и крепления обмоток, отводов, переключателей. Магнитопровод имеет шихтованную конструкцию, т. е. он состоит из тонких (обычно толщиной 0,5 мм) стальных пластин, покрытых с двух сторон изолирующей пленкой (например, лаком). Такая конструкция магнитопровода обусловлена стремлением ослабить вихревые токи, наводимые в нем переменным магнитным потоком, а, следовательно, уменьшить величину потерь энергии в трансформаторе.