

A1-19 13.04.2020 понедельник 3,4 урок A2-19 понедельник 5,6 урок

Каблуков.С.Г. kabiukovS@mail.ru

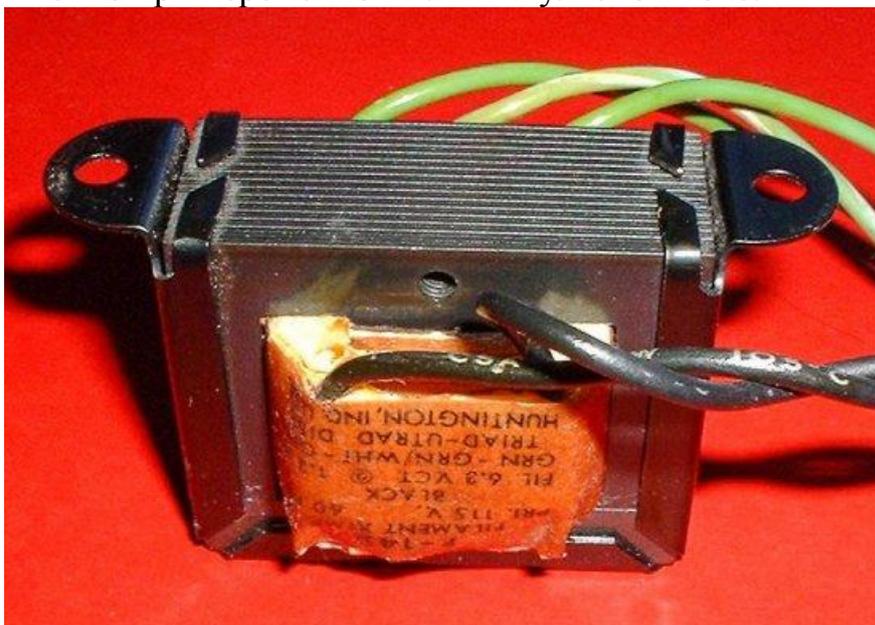
Тема: Устройство и принцип работы трансформатора.

I. Теоретический материал: Устройство и принцип работы трансформатора.

ВАЖНО

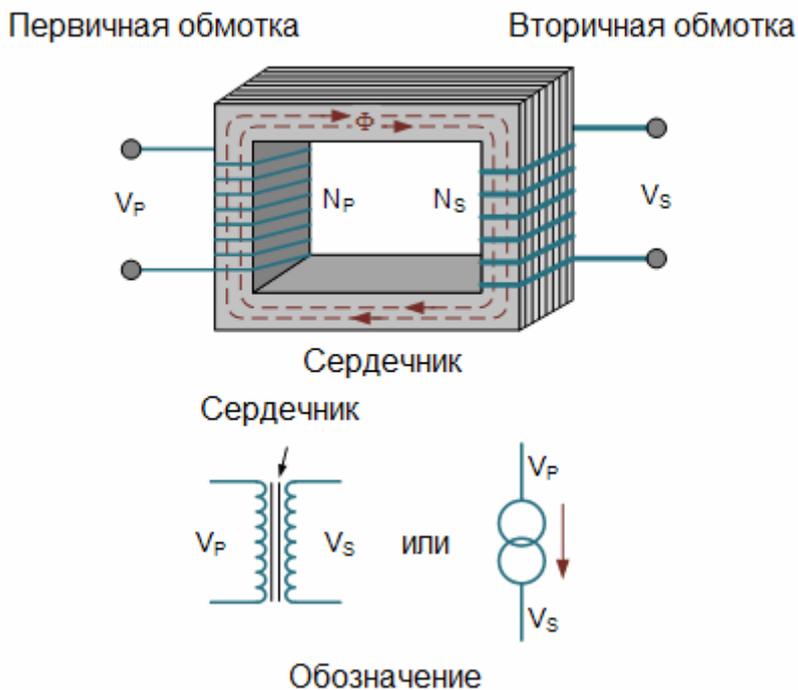
Для преобразования электрического напряжения одной величины в электрическое напряжение другой величины, то есть для преобразования электрической мощности, применяют **электрические трансформаторы**. Трансформатор может преобразовывать лишь переменный ток в переменный ток, поэтому для получения постоянного тока, переменный ток с трансформатора при необходимости выпрямляют. Для этой цели служат **выпрямители**.

Так или иначе, любой трансформатор (будь то трансформатор напряжения, трансформатор тока или импульсный трансформатор) работает благодаря явлению электромагнитной индукции, которое проявляет себя во всей красе именно при переменном или импульсном токе.



Устройство трансформатора

В простейшем виде однофазный трансформатор состоит всего из трех основных частей: ферромагнитного сердечника (**магнитопровода**), а также первичной и вторичной обмоток. В принципе обмоток у трансформатора может быть и больше двух, но минимум их две. В некоторых случаях функцию вторичной обмотки может нести на себе часть витков первичной обмотки (см. **виды трансформаторов**), но подобные решения встречаются достаточно редко по сравнению с обычными.



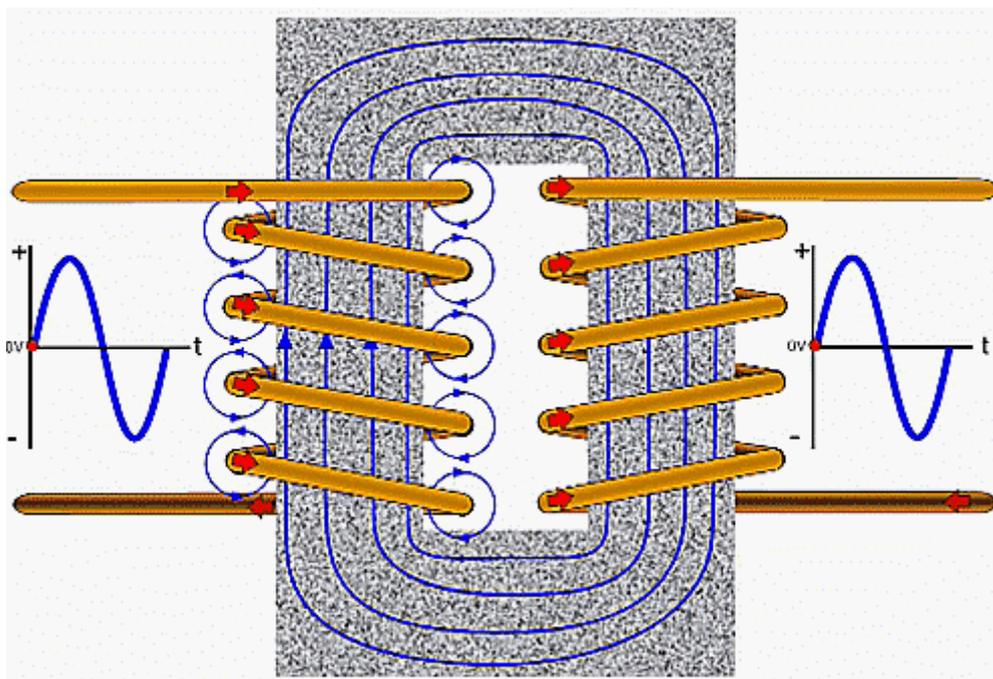
Главная часть трансформатора — ферромагнитный сердечник. Когда трансформатор работает, то именно внутри ферромагнитного сердечника присутствует изменяющееся магнитное поле. Источником изменяющегося магнитного поля в трансформаторе служит переменный ток первичной обмотки.

Напряжение на вторичной обмотке трансформатора

Известно, что любой электрический ток сопровождается магнитным полем, соответственно переменный ток сопровождается переменным (изменяющимся по величине и направлению) магнитным полем.

Таким образом, подав в первичную обмотку трансформатора переменный ток, получим изменяющееся магнитное поле тока первичной обмотки. А чтобы магнитное поле было сконцентрировано главным образом внутри сердечника трансформатора, данный сердечник изготавливают из материала с высокой магнитной проницаемостью, в тысячи раз большей чем у воздуха, чтобы основная часть магнитного потока первичной обмотки замкнулась бы именно внутри сердечника, а не по воздуху.

Таким образом переменное магнитное поле первичной обмотки сконцентрировано в объеме сердечника трансформатора, который изготавливают из трансформаторной стали, феррита или другого подходящего материала, в зависимости от рабочей частоты и назначения конкретного трансформатора.

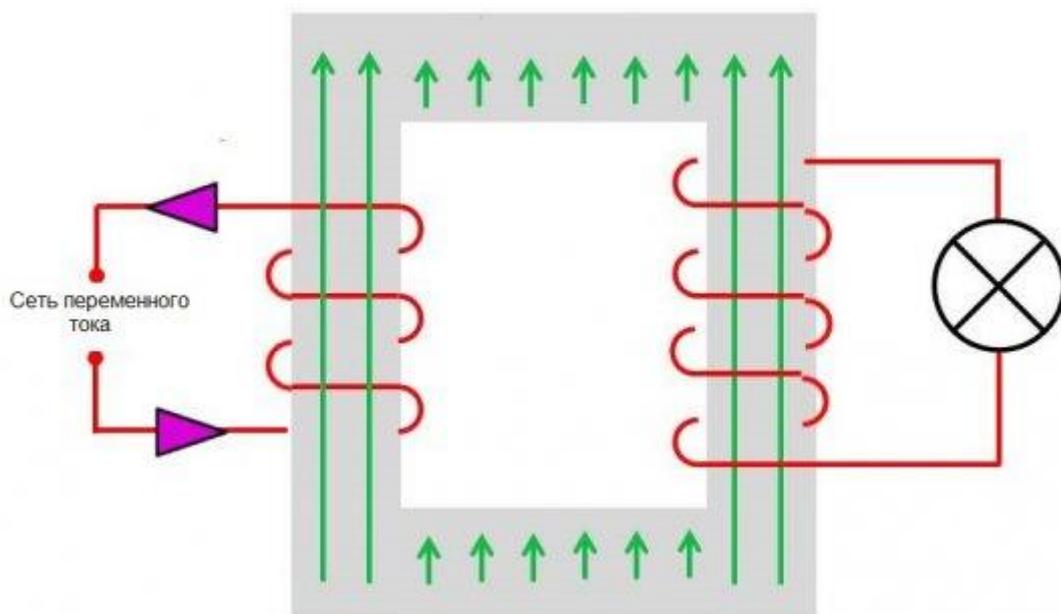


Вторичная обмотка трансформатора находится на общем сердечнике с его первичной обмоткой. Поэтому переменное магнитное поле первичной обмотки пронизывает также и витки вторичной обмотки.

А явление **электромагнитной индукции** как раз и заключается в том, что изменяющееся во времени магнитное поле наводит в пространстве вокруг себя изменяющееся электрическое поле. И поскольку в данном пространстве вокруг изменяющегося магнитного поля находится провод вторичной обмотки, то индуцированное переменное электрическое поле действует на носители заряда внутри этого провода.

Данное действие электрическим полем вызывает в каждом витке вторичной обмотки ЭДС. В результате между выводами вторичной обмотки появляется переменное электрическое напряжение. Когда вторичная обмотка включенного в сеть трансформатора не нагружена, трансформатор работает в режиме холостого хода.

Работа трансформатора под нагрузкой



Если же ко вторичной обмотке работающего трансформатора подключена некая нагрузка, то во всей вторичной цепи трансформатора возникает ток через нагрузку.

Данный ток порождает свое собственное магнитное поле, которое, по закону Ленца, имеет такое направление, что противодействует «причине, его вызывающей». То есть магнитное поле тока вторичной обмотки в каждый момент времени стремится уменьшить увеличивающееся магнитное поле первичной обмотки или же стремится поддержать магнитное поле первичной обмотки когда оно уменьшается, оно всегда направлено навстречу магнитному полю первичной обмотки.

Таким образом, когда вторичная обмотка трансформатора нагружена, в его первичной обмотке возникает противо-ЭДС, заставляющая первичную обмотку трансформатора потреблять из питающей сети больше тока.



Коэффициент трансформации .ЗАПОМНИТЕ!

Соотношение витков первичной N_1 и вторичной N_2 обмоток трансформатора определяет соотношение между его входным U_1 и выходным U_2 напряжениями и входным I_1 и выходным I_2 токами, при работе трансформатора под нагрузкой. Данное соотношение называется коэффициентом трансформации трансформатора:

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

Коэффициент трансформации больше единицы если трансформатор понижающий, и меньше единицы — если трансформатор повышающий.

Трансформатор напряжения



Трансформатор напряжения является разновидностью понижающего трансформатора, предназначенной для гальванической развязки цепей высокого напряжения от цепей низкого напряжения.

Обычно, когда речь идет о высоком напряжении, имеют в виду 6 и более киловольт (на первичной обмотке трансформатора напряжения), а под низким напряжением понимают величины порядка 100 вольт (на вторичной обмотке).

Такой трансформатор применяется, как правило, [для измерительных целей](#). Он понижает, например, высокое напряжение линии электропередач до удобного для измерения низковольтного напряжения, при этом может также гальванически изолировать цепи измерения, защиты, управления, - от высоковольтной цепи. Трансформатор данного типа обычно работает в режиме холостого хода.



Трансформатором напряжения можно назвать в принципе и любой **силовой трансформатор**, применяемый для преобразования электрической мощности. **Трансформатор тока**



У трансформатора тока первичная обмотка, состоящая обычно всего из одного витка, включается последовательно в цепь источника тока. Данным

витком может выступать участок провода цепи, в которой необходимо измерить ток.

Провод просто продевается через окно сердечника трансформатора и становится этим самым единственным витком — витком первичной обмотки. Вторичная же его обмотка, имеющая много витков, подключается к измерительному прибору, отличающемуся малым внутренним сопротивлением.

Трансформаторы данного типа используются для измерения величин переменного тока в силовых цепях. Здесь ток и напряжение вторичной обмотки оказываются пропорциональны измеряемому току первичной обмотки (токовой цепи).

Трансформаторы тока широко применяются в устройствах релейной защиты электроэнергетических систем, поэтому обладают высокой точностью. Они делают измерения безопасными, так как гальванически надежно изолируют измерительную цепь от первичной цепи (обычно высоковольтной — десятки и сотни киловольт).

Импульсный трансформатор



Данный трансформатор предназначен для преобразования тока (напряжения) импульсной формы. Короткие импульсы, обычно прямоугольные, подаваемые на его первичную обмотку, заставляют трансформатор работать практически в режиме переходных процессов.

Такие трансформаторы используются в импульсных преобразователях напряжения и других импульсных устройствах, а также в качестве дифференцирующих трансформаторов.

Применение импульсных трансформаторов позволяет снизить вес и стоимость устройств, в которых они применяются просто в силу повышенной частоты преобразования (десятки и сотни килогерц) по сравнению с сетевыми трансформаторами, работающих на частоте 50-60 Гц.

Прямоугольные импульсы, у которых длительность фронта много меньше длительности самого импульса, нормально трансформируются с малыми искажениями.

Вопросы для ответов в письменной форме:

1. Для чего применяют **электрические трансформаторы**.
2. Что называют коэффициентом трансформации.
3. Трансформатор напряжения чем является.
4. Трансформаторы тока где применяются.

Рекомендуемое время работы – 1 час.20 мин