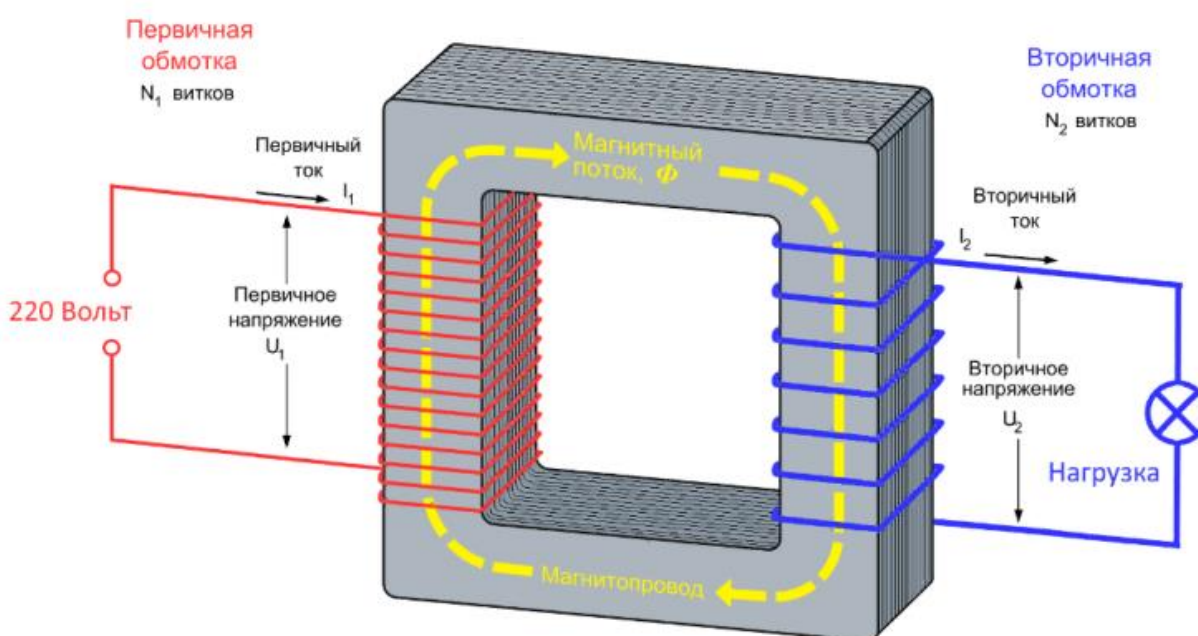


Устройство трансформатора

Определение 1

Трансформатор — это статический прибор, который разработан для того, чтобы преобразовывать напряжение и передавать его на большие расстояния без изменения частоты электрического тока.

Самый простой трансформатор включают в себя две обмотки с изолированными электропроводами. Эти провода намотаны вокруг стального многослойного сердечника.



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 каждой 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

Работа трансформатора при нагрузке характеризуется наличием тока во вторичной обмотке, изменение которого вызывает изменение тока в первичной обмотке, поскольку первичная обмотка электромагнитно связана со вторичной.

Если к 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.

В силовых трансформаторах при номинальном токе нагрузки падение напряжения в первичной обмотке не превышает 2 - 5% от входного номинального напряжения. Вследствие этого без большой погрешности можно считать, что при изменении тока нагрузки трансформатора от нуля до номинального значения основной магнитный поток остается практически неизменным.

Коэффициент трансформации

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.

Как устроена работа трансформатора:

Как только к одной из обмоток подводят электроток, появляется сильное магнитное поле вокруг стального сердечника, на котором она обмотана. А когда к процессу подключают вторичную обмотку, по закону электромагнитной индукции электрический ток передается от одной катушки к другой.

Любой трансформатор способен работать в 3-х режимах:

1. Рабочий режим — когда вторичная катушка трансформатора получает ток, напряжение и сопротивление от первичной цепи.
2. Режим холостого хода предполагает размыкание вторичной обмотки. Этот режим позволяет произвести расчет коэффициента трансформации и измерить ток, который течет в первичной цепи.
3. Режим короткого замыкания предполагает замыкание концов вторичной обмотки напрямую, при котором сопротивление в цепи

равно нулю. В этом режиме можно определить потери, которые происходят за счет нагревания обмоток.

Коэффициент трансформации

Определение 2

Коэффициент трансформации в трансформаторе — это величина, которая показывает преобразовательную функцию трансформатора относительно одного из параметров электрической цепи: силы тока, напряжения или сопротивления.

В физике формулы для вычисления этой величины представлены таким образом:

$$1. k = \frac{U_1}{U_2}, \text{ где:}$$

- k — коэффициент трансформации;
- U_1 — напряжение на первичной обмотке;
- U_2 — напряжение на вторичной обмотке.

$$2. k = \frac{I_2}{I_1}, \text{ где:}$$

- k — коэффициент трансформации;
- I_1 — напряжение на первичной обмотке;
- I_2 — напряжение на вторичной обмотке.

$$3. k = \frac{N_1}{N_2}, \text{ где:}$$

- k — коэффициент трансформации;
- N_1 — количество витков на первичной обмотке;
- N_2 — количество витков на вторичной обмотке.

Коэффициент трансформации показывает, каким устройством он является: повышающим или понижающим.

Повышающим он бывает в том случае, если на вторичной обмотке величина напряжения больше, чем на первичной.

Понижающим — в том случае, если во второй цепи возникает меньшее по величине напряжение, чем в первичной цепи.

Классификация по видам

Трансформатор — это сложное устройство, поэтому существует несколько их классификаций:

- по числу фаз трансформаторы бывают: однофазными, трехфазными, многофазными;
- по числу обмоток: двух, трех, многообмоточными;
- по принципу действия: понижающими, повышающими, разделительными;
- по назначению: силовыми, измерительными, специальными;
- по способу охлаждения: сухими или масляными;
- по типу магнитопровода: стержневыми; броневыми или кольцевыми.

Самая обширная классификация трансформаторов — это классификация по их назначению.

Классификация трансформаторов

- по числу фаз:** однофазные, трехфазные, многофазные;
по числу обмоток: двухобмоточные, трехобмоточные, многообмоточные;
по принципу действия: понижающие, повышающие, разделительные;
по назначению: силовые, измерительные, специальные;
по способу охлаждения: сухие, масляные;
по конструктивным особенностям: стержневые, броневые, специальные



Трансформаторы бывают:

* Виды трансформаторов

Трансформаторы бывают:

- Силовые
- Автотрансформаторы
- Трансформатор тока
- Трансформатор напряжения
- Импульсные
- Разделительные
- Согласующие



1. **Силовыми.** Это высокомоощные аппараты, которые используют на линиях электропередачи и крупных подстанциях для преобразования электроэнергии и подачи ее конечным пользователям.
2. **Автотрансформаторами.** Такие приборы характеризуются тем, что первичная и вторичная катушки в них связаны друг с другом напрямую.
3. **Измерительными.** В таких трансформаторах первичная катушка последовательно подключается к электрической цепи с другими устройствами, а вторичная обмотка используется для измерения приборов и функционирует в режиме короткого замыкания.
4. **Трансформаторами напряжения.** Такие устройства понижают напряжение и применяются для изоляции электрических цепей и защиты измерительных приборов.
5. **Импульсными.** Такие трансформаторы созданы, чтобы преобразовывать амплитуду и полярность импульсов, не меняя их формы.
6. **Сварочными.** Эти устройства работают при большом сварочном токе, необходимом для расплавления металла. Напряжение в сети должно быть снижено до безопасного уровня.

7. **Разделительными.** Такие трансформаторы характеризуются отсутствием какой-либо электросвязи между обмотками и используются для увеличения безопасности электрических сетей и создания развязки между ее узлами.
8. **Согласующими.** Такие аппараты нужны для согласования сопротивления в электрических схемах. Устройства такого типа обеспечивают наименьшее искажение сигналов и создают развязки между устройствами, включенными в электрическую цепь.
9. **Пик-трансформаторами.** Эти аппараты преобразовывают синусоидальный ток в напряжение импульсов.
10. **Воздушными.** Это трансформаторы сухого охлаждения. Они необходимы, чтобы преобразовывать напряжение в сети.
11. **Масляными.** Такие устройства применяются при большой выходной мощности для того, чтобы не случилось разрушения изоляции обмоток. Охлаждение системы в них происходит с использованием специального масла.
12. **Сдвоенными дросселями.** В таких трансформаторах находятся две идентичные обмотки, за счет чего между ними образуется встречный индуктивный фильтр.
13. **Вращающимися.** Такие устройства состоят из 2-х полусердечников с обмотками. Катушки вращаются друг относительно друга. Работа в таких трансформаторах возможна именно за счет большой скорости вращения.

Применение в источниках электропитания

Помимо основных задач устройства предназначены для:

- передачи электроэнергии на дальние расстояния;
- обеспечения необходимой схемы работы в преобразовательных устройствах;
- согласования напряжения на входе и выходе аппаратов — трансформатор применяют для работы самых разных бытовых, электротехнических, радио- и теле приборов. Примером может служить трансформатор в чайнике или светодиодном светильнике.

Эти аппараты активно используются во многих областях промышленности: машиностроении, электроэнергетике, на транспорте.

Посмотрите презентацию, выложенную отдельно, и видео на ютубе: «Как работает трансформатор»

Задания для выполнения в рабочих тетрадях

Внимательно ознакомьтесь с предложенным материалом.

Законспектируйте основные моменты.

Проверка задания:

Пересылать выполненные работы на мою электронную почту

alyona.makhrova@yandex.ru или в «Сферум»

