

УДК 621.311

ТРАНСФОРМАТОРЫ

Веракса Р.В., Камыш В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

Трансформаторы получили широкое практическое применение при передаче электрической энергии на большие расстояния, для распределения энергии между ее приемниками и в различных выпрямительных, сигнальных, усилительных и других устройствах.

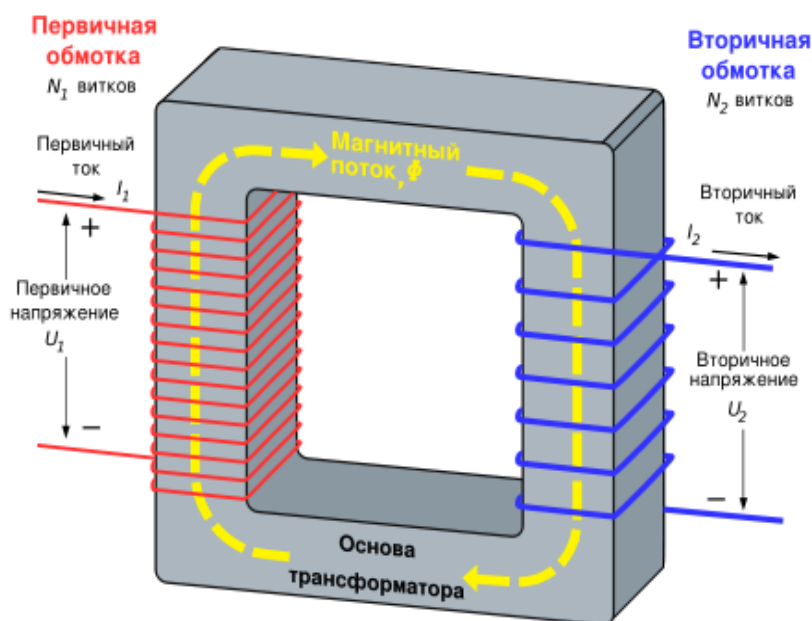


Рисунок 1. Принцип действия трансформатора

Трансформатор - статический электромагнитный аппарат с двумя (или больше) обмотками, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Принцип действия трансформатора.

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. Если первичную обмотку трансформатора включить в сеть источника переменного тока, то по ней будет проходить переменный ток, который возбудит в сердечнике трансформатора переменный магнитный поток. Магнитный поток, пронизывая витки вторичной обмотки трансформатора, индуцирует в этой обмотке ЭДС. Под действием этой ЭДС по вторичной обмотке и через приемник энергии будет протекать ток. Так электрическая энергия, трансформируясь, передается из первичной цепи во вторичную, но при другом напряжении. На которое рассчитан приемник энергии, включенный во вторичную цепь. Для улучшения магнитной связи между первичной и вторичной обмотками их помещают на стальном магнитопроводе. Для уменьшения потерь от вихревых токов магнитопроводы трансформаторов собирают из тонких пластин [4].

Виды трансформаторов:

1. Автотрансформаторы
2. Однофазные трансформаторы
3. Трёхфазные трансформаторы
4. Измерительные трансформаторы
5. Трансформатор Тесла

Автотрансформаторы

Одной из разновидностей низкочастотного трансформатора является автотрансформатор, у которого вторичная обмотка является частью первичной или первичная является частью вторичной. То есть в автотрансформаторе обмотки связаны не только магнитно, но и электрически. Несколько выводов делаются от единственной обмотки, и позволяют всего с одной обмотки получить различное напряжение. Главное преимущество автотрансформатора — меньшая стоимость, поскольку расходуется меньше провода для обмоток, меньше стали для сердечника, в итоге и вес получается меньше, чем у обычного трансформатора. Недосток — отсутствие гальванической развязки обмоток.

Автотрансформаторы находят применение в устройствах автоматического управления, а также широко используются в высоковольтных электросетях. Трехфазные автотрансформаторы с соединением обмоток в треугольник либо в звезду в электрических сетях весьма востребованы сегодня [1].

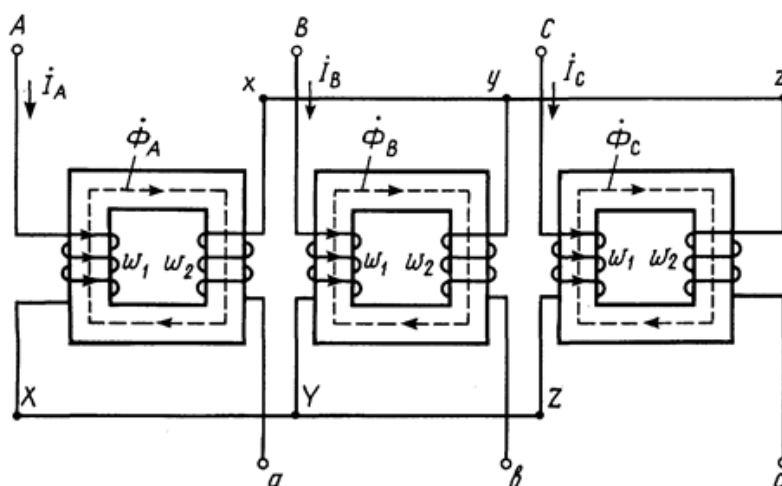


Рисунок 2. Схема трехфазного трансформатора

Трехфазные трансформаторы

Трансформирование в трехфазной цепи может быть осуществлено либо группой, состоящей из трех однофазных трансформаторов, либо одним трехфазным трансформатором. В обоих случаях обмотки фаз высшего и низшего напряжений могут соединяться звездой или треугольником.

Измерительные трансформаторы напряжения и тока используются для подключения измерительных приборов в цепи высокого напряжения и больших токов, а также используются как обычные двухобмоточные трансформаторы [3].

Трансформатор Тесла.

Возможно это единственное из изобретений Тесла, носящих его имя сегодня. Это - устройство, производящее высокое напряжение при высокой частоте. Оно использовалось Теслой в нескольких размерах и вариациях для его экспериментов. Трансформатор Тесла, также известный как катушка Тесла, используется сегодня в различных применениях в радио и телевидении.

Принцип работы Трансформатора Тесла.

Трансформатор Тесла состоит из двух обмоток – первичной (L_p) и вторичной (L_s) (их чаще называют “первичка” и “вторичка”). К первичной обмотке подводится переменное напряжение, и она создает магнитное поле. При помощи этого поля энергия из первичной обмотки передается во вторичную. В этом трансформатор тесла очень похож на самый обычный “железный” трансформатор.

Вторичная обмотка вместе с собственной паразитной (C_s) емкостью образуют колебательный контур, который накапливает переданную ему энергию. Часть времени вся

энергия в колебательном контуре храниться в виде напряжения. Таким образом, чем больше энергии мы вкачаем в контур, тем больше напряжения получим.

Область применения трансформатора Тесла.

Трансформатор использовался Теслой для генерации и распространения электрических колебаний, направленных на управление устройствами на расстоянии без проводов (радиоуправление), беспроводной передачи данных (радио) и беспроводной передачи энергии. В начале XX века трансформатор Тесла также нашёл популярное использование в медицине. Пациентов обрабатывали слабыми высокочастотными токами, которые протекая по тонкому слою поверхности кожи не причиняли вреда внутренним органам (см.: скин-эффект, Дарсонвализация), оказывая при этом «тонизирующее» и «оздоравливающее» влияние.

В наши дни трансформатор Тесла не имеет широкого практического применения. Он изготавливается многими любителями высоковольтной техники и сопровождающих её работу эффектов. Также он иногда используется для поджига газоразрядных ламп и для поиска течей в вакуумных системах.

Конструкция трансформаторов.

Конструктивное исполнение трансформатора зависит от его назначения и области применения. Однако почти все трансформаторы имеют одни и те же главные конструктивные элементы — магнитную систему и обмотки. Наиболее широко применяются силовые трансформаторы, которые служат для передачи электрической энергии и распределения ее между потребителями.

Элементы обмотки.

Основным элементом обмотки является виток, который выполняется одним или группой параллельных проводов. Ряд витков на цилиндрической поверхности называется слоем. Витки могут группироваться в катушки. По направлению намотки обмотки делятся на правые и левые подобно резьбе винта. Большинство обмоток трансформаторов выполняются с левой намоткой для удобства изготовления.

Разновидности обмоток.

Определяющими для конструкции обмотки являются число витков, сечение витка и класс напряжения. По способу размещения обмоток на стержне различают обмотки концентрические и дисковые или чередующиеся. По конструктивно-технологическим признакам обмотки делятся на следующие основные типы: цилиндрические, винтовые и непрерывные. Обмотки каждого из этих типов могут подразделяться на одно- или многослойные цилиндрические, одно- или многоходовые винтовые, дисковые, переплетенные. В мощных трансформаторах, предназначенных для питания электропечей, применяют обмотки из листовой меди или алюминия, а также кованые катушки, выполненные из шинной меди или алюминия.

Трансформаторы применяются в электросетях и источниках электропитания.

Катушки Роговского.

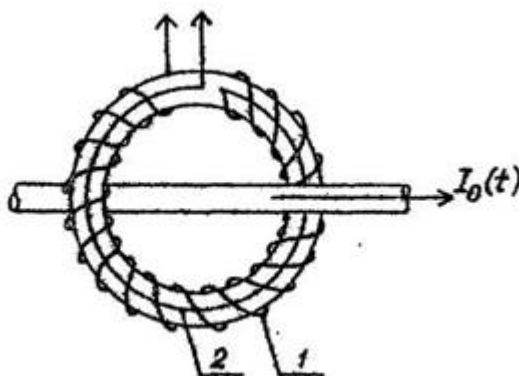


Рисунок 3. Катушка Роговского

Катушка Роговского создается в виде длинного соленоида с равномерной намоткой и произвольными замкнутыми формами. Один из выводов катушки приводится к другому по оси соленоида. Прибор назван в честь ученого Вальтера Роговского. Для наружного пояса Роговского характерна пропорциональность электродвижущей силы изменению тока.

Катушка Роговского применяется в измерительной технике в качестве трансформатора электрического тока, например, в счетчиках для измерения количества электроэнергии. Так же катушка находит свое постоянное применение в измерении повышенных значений токов, а также весьма полезна при создании гальванической развязки между измеряющим устройством и измеряемой цепью. Выходное напряжение соответствует напряжению в измеряемой цепи с точностью до константы.

К недостаткам устройства можно отнести его большое волновое сопротивление, малую чувствительность и большую продолжительность нарастания сигналов на выходе. Эти нюансы затрудняют процесс измерения коротких импульсов с наносекундным фронтом.

Сварочные трансформаторы.

Сварочные трансформаторы незаменимы для ручной дуговой и некоторых видов промышленной сварки.

Это устройства, предназначенные для преобразования напряжения из общегородской сети в оптимальное для сварочного аппарата.

Трансформатор для сварки понижает напряжение до напряжения холостого хода и обеспечивает бесперебойную работу такого аппарата.

Принцип работы сварочного трансформатора заключается в постепенном понижении напряжения до 60-80В, повышении силы тока до 40-500А (или больших значений в профессиональных моделях) и подержании переменного тока.

В основе этого процесса лежит простейший принцип электромагнитной индукции: разница между количеством витков в первичной и вторичной обмотке определяет коэффициент преобразования, а возможность управления рассеиванием магнитного поля путем перемещения подвижных частей прибора позволяет регулировать выходное напряжение.

Проходящий по магнитопроводу ток создает переменное напряжение в каждом витке катушки, которое на выходе суммируется в оптимальное напряжение.

Электropечные трансформаторы.

Трансформаторы этого типа применяются в сталеплавильной и металлургической промышленности. Среди основных характеристик данного типа трансформаторов – большой ток вторичных обмоток (ток электрода до 90 кА для стали и до 160 кА для ферросплава), а также широкий диапазон напряжения вторичной обмотки. Напряжение вторичной обмотки, как правило, регулируется при помощи переключателя числа витков под нагрузкой (РПН), включенного в цепь высоковольтной обмотки или в промежуточной цепи конструкции из двух сердечников, расположенных в баке трансформатора [2].

Литература

1. Автотрансформаторы – устройство, принцип действия, достоинства и недостатки [Электронный ресурс] URL: <http://electricalschool.info/main/osnovy/538-avtotransformatory.html> (дата обращения: 09.04.2017).
2. Особенности конструкции и работы электropечных трансформаторов [Электронный ресурс] URL: <http://leg.co.ua/transformatory/praktika/osobennosti-konstrukcii-i-raboty-elektroprechnyh-transformatorov.html> (дата обращения: 09.04.2017).
3. Сапожников А. В. Конструирование трансформаторов. М.: Госэнергоиздат. 1959. Электрические машины: Трансформаторы: Учебное пособие для электромеханических специальностей вузов/Б. Н.
4. Трансформаторы: назначение, классификация, номинальные данные трансформаторов [Электронный ресурс] URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/429-transformatory-naznachenie.html> (дата обращения: 09.04.2017).