Однофазные и трехфазные трансформаторы специального назначения

трансформатор стабилизатор электростанция напряжение

**Содержание**

Введение

1. Пик-трансформаторы

2. Импульсные трансформаторы

3. Умножители частоты

4. Стабилизаторы напряжения

5. Феррорезонансный стабилизатор

**Введение**

Трансформаторы – наиболее распространенные устройства в современной электротехнике. Трансформаторы большой мощности на напряжение до сотен киловольт составляют основу систем передачи электроэнергии от электростанций в линии электропередачи. Эти трансформаторы повышают напряжение переменного тока до значений, необходимых для экономичной передачи электроэнергии на значительные расстояния. В местах распределения электроэнергии между потребителями применяют трансформаторы, понижающие напряжение до требуемых для потребителя значений. Наряду с этим трансформаторы являются элементами электроприводов, нагревательных и других установок, где они осуществляют преобразование напряжения питающей сети до значений, необходимых для работы электродвигателей, нагревательных печей и других электроустройств.

Определение: Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две (или более) индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством явления электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока.

Наибольшее применение в электротехнических установках, а также в энергетических системах передачи и распределения электроэнергии имеют силовые трансформаторы, посредством которых изменяют значения переменного напряжения и тока. Трансформаторы разделяют на силовые трансформаторы общего и специального назначения. Силовые трансформаторы общего назначения применяются на линиях передачи и распределения электроэнергии, а также в различных электроустройствах для получения требуемого напряжения. Трансформаторы специального назначения характеризуются разнообразием рабочих свойств и конструктивного использования. К этим трансформаторам относятся печные и сварочные трансформаторы, трансформаторы для устройств автоматики (пик-трансформаторы, импульсные, умножители частоты, стабилизаторы напряжения), испытательные и измерительные трансформаторы и т. д. Рассмотрим подробно некоторые из них.

**1. Пик-трансформаторы**

Пик-трансформаторы применяются для преобразования синусоидального напряжения в импульсы пикообразной формы. Такие импульсы напряжения с крутым фронтом необходимы для управления тиристорами либо другими полупроводниковыми или электронными устройствами.

Принцип работы пик-трансформатора основан на явлении магнитного насыщения ферромагнитного материала. Существует несколько конструктивных исполнений пик-трансформаторов. Рассмотрим пик-трансформатор с магнитным шунтом. Первичная обмотка ω1 расположена на стержне увеличенного сечения, в котором не наступает состояния магнитного насыщения. Стержень со вторичной обмоткой ω2 имеет уменьшенное сечение, и при некотором значении напряжения u1 (магнитного потока Ф1) в нем наступает магнитное насыщение. Третий стержень – это магнитный шунт, отделенный от остальной части магнитопровода воздушным зазором. Переменный магнитный поток среднего стержня Ф1 разветвляется через боковые стержни, т. е. Ф1=Ф2+Фш. При этом график Фш=ƒ(I1) имеет вид прямой линии, так как благодаря воздушным зазорам этот стержень не насыщается.

При синусоидальном первичном напряжении u1 магнитный поток Ф1 также синусоидален. При малых мгновенных значениях напряжения u1 и магнитного потока Ф1 поток Ф2>Фш, т. е. значительная часть магнитного потока Ф1 замыкается через стержень со вторичной обмоткой ω2, а меньшая часть – через шунт, отделенный от основной части магнитопровода воздушными зазорами.

С ростом мгновенных значений первичного напряжения u1 увеличивается магнитный поток Ф1 и наступает магнитное насыщение стержня со вторичной обмоткой ω2. При этом нарастание потока Ф2 в стержне со вторичной обмоткой ω2 практически прекращается. Так как ЭДС, наведенная во вторичной обмотке, пропорциональна скорости изменения потока Ф2, т. е. e2 = – ω2dФ2/dt, то участку графика Ф2= ƒ(t1) на интервалах времени 1–2 и 3–4, когда поток Ф2 практически неизменен, соответствует ЭДС e2 = 0. В момент времени, соответствующий изменению направления (знака) магнитного потока Ф2, ЭДС e2 резко возрастает и ее график приобретает пикообразную форму.

Для обеспечения удовлетворительных энергетических показателей пик-трансформаторов их магнитопроводы изготавливают из сплава типа пермаллой.

**2. Импульсные трансформаторы**

В электронных устройствах для согласования полных сопротивлений, изменения знака и амплитуды импульсов, а также для размножения импульсов применяют импульсные трансформаторы. Одно из основных требований, предъявляемых к импульсным трансформаторам, – минимальное искажение формы трансформируемых импульсов.

Для выяснения принципиальной возможности преобразования кратковременных однополярных импульсов рассмотрим идеальный трансформатор (без потерь и паразитных емкостей), работающий без нагрузки. Пусть на вход этого трансформатора подаются однополярные импульсы прямоугольной формы продолжительностью tи с периодом Т. Первичный контур трансформатора с активным сопротивлением r1 обладает некоторой постоянной времени זּ = L1 / r1, обусловленной индуктивностью этого контура L1.

Рассмотрим случай, когда постоянная времени первичного контура намного меньше продолжительности импульса, т. е. זּ << tи. При этом график первичного тока i1 = ƒ(t) имеет вид кривой, отличающейся от прямоугольника, а кривая вторичного напряжения u2 = ƒ(t) значительно искажена: в интервале времени 1–2 напряжение u2 = 0, так как при i1=const ЭДС e2 = M (di / dt) = 0, где M – взаимная индуктивность обмоток. Следовательно, при זּ << tи трансформирование импульсов сопровождается их значительным искажением.

Рассмотрим случай, когда постоянная времени намного больше продолжительности импульса, т. е. זּ >> tи. Этот случай более реален, так как продолжительность импульсов обычно не превышает 10-4 с. Теперь, когда импульс напряжения u1 прекращается еще до окончания переходного процесса в первичной цепи, импульсы напряжения u2 на выходе трансформатора не имеют значительных искажений. Возникающая отрицательная часть импульса u2 легко устраняется включением полупроводникового диода во вторичную цепь трансформатора.

Для уменьшения паразитных емкостей и индуктивности рассеяния обмоток последние делают с небольшим числом витков. При этом малая продолжительность трансформируемых импульсов позволяет выполнять обмотки импульсных трансформаторов проводом уменьшенного поперечного сечения, не вызывая недопустимых перегревов. Это способствует уменьшению габаритных размеров и массы импульсных трансформаторов.

**3. Умножители частоты**

Трансформаторные устройства, состоящие из магнитопроводов и обмоток, можно использовать для умножения частоты переменного тока, т. е. увеличения частоты в целое число раз.

Рассмотрим принцип работы удвоителя частоты. Два замкнутых магнитопровода имеют пять обмоток. Первичную обмотку ω1 выполняют так, чтобы она охватывала сразу два магнитопровода. При включении обмотки в сеть переменного тока с синусоидальным напряжением и частотой f1 она создает в каждом магнитопроводе переменную МДС F1. Две секции вторичной обмотки ω1' и ω2", каждая из которых расположена на своем магнитопроводе, включены друг с другом последовательно согласно, так что результирующий магнитный поток, сцепленный с этими обмотками, равен сумме потоков магнитопроводов Фa + Фb. Кроме того, на каждом магнитопроводе имеется по одной обмотке подмагничивания ω0, включенных между собой последовательно. При включении этих обмоток на постоянное напряжение U0 в каждом из магнитопроводов возникает подмагничивающая МДС F0 = I0 ω0.

При включении в сеть с синусоидальным напряжением u1 и частотой f1 обмотка ω1 в течение первого полупериода напряжения u1 создает МДС F1 = I1 ω1 в магнитопроводе a, направленную согласно с МДС постоянного тока F0. При этом магнитные потоки в магнитопроводе a складываются и создают результирующий поток Фa = Ф0 + Ф1. За счет магнитного насыщения магнитопровода a график этого потока Фa = ƒ(t) имеет уплощенный вид.

В магнитопроводе b в этом же полупериоде МДС потоки Ф0 и Ф1 действуют встречно, создавая результирующий поток Фb = Ф0 – Ф1, имеющий значительный провал в середине первого полупериода. Во втором полупериоде напряжения u1 в магнитопроводе a создается поток, равный разности Фa = Ф0 – Ф1, а в магнитопроводе b – поток, равный сумме Фb = Ф0 + Ф1. Вторичную обмотку, состоящую из двух секций (ω2 = ω2' + ω2"), охватывает суммарный магнитный поток Фa + Фb, график которого (Фa + Фb) = ƒ(t) построен путем суммирования ординат потоков Фa и Фb. Этот поток содержит постоянную составляющую Фпост, не принимающую участия в наведении вторичной ЭДС и явно выраженную переменную составляющую второй гармоники, которая наводит в секциях вторичной обмотки ЭДС E2 частотой f2 = 2 f1. Электродвижущая сила первичной обмотки E1, так же как и первичное напряжение U1, имеет частоту f1.

Для компенсации индуктивных падений напряжений во вторичную цепь удвоителя частоты включают конденсатор емкостью C, что повышает коэффициент мощности cos φ удвоителя и уменьшает наклон его внешней характеристики U2 = ƒ(I2).

**4. Стабилизаторы напряжения**

Стабилизаторы напряжения предназначены для поддержания практически неизменным напряжения на входе каких-либо устройств автоматики, чувствительных к колебаниям напряжения сети U1.

Основной показатель работы стабилизатора напряжения – коэффициент стабилизации по напряжению, показывающий, во сколько раз относительное изменение напряжения на выходе стабилизатора (ΔUст / Uст) меньше относительного изменения напряжения на его входе (ΔU / U1):

kст = (ΔU / U1) : (ΔUст / Uст), (1)

где ΔU = U1 max – U1 min; ΔUст = Uст max – Uст min.

Основные виды стабилизаторов трансформаторного принципа действия: ферромагнитные стабилизаторы насыщенного типа и феррорезонансные стабилизаторы (содержащие емкость C).

Ферромагнитный стабилизатор напряжения представляет собой трехстержневой магнитопровод, на среднем стержне которого расположена первичная обмотка ω1. На правом стержне, работающем в условиях сильного магнитного насыщения, расположена вторичная обмотка ω2. На левом ненасыщенном стержне расположена компенсационная обмотка ωк. При колебаниях напряжения U1 на входе стабилизатора изменяется магнитный поток в среднем стержне, но поток в правом стержне изменяется незначительно, так как стержень насыщен. Поэтому колебания напряжения U2' на выходе вторичной обмотки стабилизатора незначительны и компенсируются напряжением Uк компенсационной обмотки, зависимость которого от напряжения U1 имеет вид прямой линии, так как левый стержень стабилизатора ненасыщен. При правильном подборе параметров обмоток и магнитопровода стабилизатора напряжение на выходе оказывается стабилизированным:

Uст = U2' – Uк (2)

Так, при колебаниях напряжения U1 в пределах ±20% от номинального значения при неизменных нагрузке и частоте выходное напряжение колеблется в пределах ±3%, т. е. коэффициент стабилизации по напряжению kст ≈ 7. Обычно для ферромагнитных стабилизаторов kст не превышает 10. Основные недостатки ферромагнитных стабилизаторов: небольшой коэффициент стабилизации по напряжению, низкий КПД (не более 40–60%), небольшой коэффициент мощности (не более 0,4), несинусоидальное выходное напряжение. Указанные недостатки ограничивают применение ферромагнитных стабилизаторов напряжения.

**5. Феррорезонансный стабилизатор**

Феррорезонансный стабилизатор напряжения обладает лучшими свойствами. Он состоит из реактора, магнитопровод которого при заданном диапазоне напряжений U1 насыщен, конденсатора C, автотрансформатора, магнитопровод которого ненасыщен. Обмотка автотрансформатора включена так, что напряжение на выходе стабилизатора

Uст = U2' – U2", (3)

где U2' – напряжение на выводах реактора; U2" – напряжение на выводах автотрансформатора.

Напряжение U2' благодаря резонансу токов в контуре L1C, где L1 – индуктивность реактора, имеет резко нелинейную зависимость от напряжения U1. Напряжение U2" пропорционально напряжению U1 и компенсирует изменение напряжения U2' на прямолинейном участке кривой. При этом условии напряжение на выходе стабилизатора Uст изменяется незначительно при заданном диапазоне колебания напряжения на входе стабилизатора. Коэффициент полезного действия феррорезонансного стабилизатора достаточно высок и составляет 80–85%, а коэффициент стабилизации по напряжению kU = 20÷40.

К недостаткам феррорезонансных стабилизаторов относится заметная зависимость коэффициента стабилизации от частоты тока в сети и от коэффициента мощности нагрузки. Указанные недостатки в этом стабилизаторе проявляются в меньшей степени , чем в ферромагнитном стабилизаторе. Для ослабления несинусоидальности выходного напряжения ферромагнитных и феррорезонансных стабилизаторов в их схему вводят компенсирующие контуры.