***Лекция №10. Трехфазные цепи: Многофазные системы ЭДС. Трехфазная система ЭДС***

Если соединить несколько одинаковых однофазных цепей, в каждой из которых ток изменяется с одной общей частотой, но сдвинут по фазе относительно токов в других цепях, то можно получить такое условие, когда токи в обратных проводах в сумме равны нулю. Тогда объединив все обратные провода, их можно удалить. Данное условие и послужило основой для развития многофазных систем.

Порядок, в котором ЭДС в фазных обмотках генератора проходят через одинаковые значения, например, через ноль, называют последовательностью фаз или порядком чередования фаз.

Различают системы симметричные и несимметричные. Симметричной называют многофазную систему ЭДС, в которой ЭДС в отдельных фазах равны по амплитуде и отстают по фазе друг относительно друга на один и тот же фазовый угол, равный 2π/m, где m – число фаз. Иначе система называется несимметричной.

При прямой последовательности чередования фаз:





а б

Рис. 1(а – график мгновенных значений, б – график комплексных значений)



Комплексные значения ЭДС трехфазного симметричного генератора, выраженные через действующее значение Еф:



Комплексная величина



называется фазным множителем трехфазной системы (умножение комплексного значения на ɑ соответствует повороту изображающего вектора на 1200 в положительном направлении.

Достоинства:

1) передача энергии на дальние расстояния трехфазным током экономически более выгодна, чем переменным током с иным числом фаз;

2) элементы системы – трехфазный АД и трехфазный трансформатор – весьма просты в производстве, экономичны и надежны в работе;

3) система обладает свойством неизменности величины мгновенной мощности за период синусоидального тока, если нагрузка во всех трех фазах трехфазного генератора одинакова.

***Принцип работы трехфазного генератора***

***Основные схемы соединения трехфазных цепей, определение линейных и фазных величин.***

В целях экономии соединительных проводов обмотки трехфазного генератора соединяют в звезду или треугольник. При этом число соединительных проводов от генератора к нагрузке уменьшается с шести до трех или четырех.





Геометрическая сумма ЭДС в замкнутом треугольнике равна нулю. Поэтому если к зажимам A, B, C не присоединена нагрузка, то по обмоткам генератора ток протекать не будет.

Схемы соединения обмоток трехфазного генератора и приемников:











Нулевая или нейтральная точка нагрузки – точка, в которой объединяются три конца трехфазной нагрузки при соединении ее звездой (или). Нулевой или нейтральный провод соединяет нулевые точки генератора и нагрузки. Ток или  - ток нулевого или нейтрального провода. Положительное направление этого тока принято от точки к точке 0.

Провода, соединяющие точки A, B, C генератора с нагрузкой называют линейными.

а – звезда – звезда с нулевым проводом;

б - звезда – звезда без нулевого провода;

в – звезда – треугольник;

г – треугольник – треугольник;

д – треугольник – звезда.

- линейныетоки.

Положительное направление токов – направление от генератора к нагрузке.

UAB – линейное напряжение между точками A и B.

Фаза генератора, фаза нагрузки, фазные токи IФ генератора или нагрузки, фазные напряжения UФ.

***Соотношения между линейными и фазовыми напряжениями и токами***

При соединении генератора в звезду:





UЛ есть основание равнобедренного треугольника с углами по 300.

Линейный ток IЛ при соединении генератора в звезду равен фазовому току генератора: IЛ = IФ.

При соединении генератора в треугольник линейное напряжение равно фазовому напряжению генератора: UЛ = UФ (см. рис г, д выше).



При соединении нагрузки в звезду (рис. а,б,д выше) линейный ток равен фазовому току нагрузки:



При соединении нагрузки треугольником положительные направления для токов выбирают по часовой стрелке. Индексы у них соответствуют выбранным положительным направлениям: первый индекс отвечает точке, от которой ток утекает, второй – точке, к которой притекает.

При соединении нагрузки треугольником линейные токи не равны фазовым токам нагрузки и определяются через них по первому закону Кирхгофа:



***Расчет трехфазных цепей***

Расчет и исследование процессов в трехфазных цепях производят теми же методами и приемами что и для однофазного тока. Применим символический метод расчета, поэтому можно строить векторные и топографические диаграммы.

*1. Соединение звезда - звезда с нулевым проводом.*



При малом сопротивлении нулевого провода ϕО, ≈

ϕо, т.е. имеем практически одну точку. В схеме получаем три обособленных контура, через которые проходят токи:



По первому закону Кирхгофа ток в нулевом проводе равен геометрической сумме фазовых токов:



Если

,

т.е нагрузка равномерная , ток I0 = 0 и нулевой провод может быть изъят из схемы без изменения режима ее работы. При неравномерной нагрузке фаз



токI0 не равен нулю.

При наличии в нулевом проводе некоторого сопротивления расчет схемы производят методом узловых потенциалов.

*2. Соединение нагрузки треугольником*



Выберем направления токов в фазах треугольника согласно рисунку выше. Ток вызывается напряжением.

Модуль и фаза тока относительно напряжения определяются сопротивлением нагрузки . То же можно сказать соответственно про токи  и .

Линейные токи определим через фазовые токи по первому закону Кирхгофа:



При равномерной нагрузке фаз линейные токи по модулю в 

больше фазовых токов нагрузки IA = √3 IФ. При неравномерной нагрузке линейные токи могут быть и больше и меньше фазовых токов нагрузки.

*3. Соединение звезда – звезда без нулевого провода*

Для расчета токов (см. рис. ниже):



Целесообразно пользоваться методом двух узлов. Напряжение между двумя узлами



Если нагрузка равномерная (YA = YB = YC), то



Если нагрузка неравномерна, то



и



Токи в фазах нагрузки:



Трехфазная цепь с нулевым проводом обладает тем преимуществом, что может питать приемники, рассчитанные для работы при различных напряжениях.

***Активная, реактивная и полная мощности трехфазной цепи***

*Активная мощность:*

P = PA+ PB + PC + P0.

*Реактивная мощность:*

Q = QA+ QB + QC + Q0

Полнаямощность



Если нагрузка равномерная, то:

P0 = Q0 = 0,

,

.

Где  - угол между напряжением  и током  фазы нагрузки.

(1)

При равномерной нагрузке фаз независимо от способа ее соединения (звездой или треугольником)



где UЛ, IЛ – соответственно линейное напряжение и ток нагрузки.

Поэтому вместо формул (1) часто используют следующие:

