

## 60-61 Лабораторная работа №5 Опытное определение групп соединения трёхфазного двухобмоточного силового трансформатора

### Цель работы

Изучить группы соединения  $Y / Y_n-0$  и  $\Delta / Y_n-11$  и методику их определения с помощью фазометра или вольтметра

### Краткие сведения из теории

Для лучшего понимания принятого обозначения групп соединения пользуются сравнением с часами. При этом вектор линейной ЭДС обмоток ВН соответствует минутной стрелке, установленной на цифре 12, а вектор линейной ЭДС обмоток НН — часовой стрелке (рис. 1). Также необходимо иметь в виду, что совпадение по фазе векторов ЭДС  $\dot{E}_A$  и  $\dot{E}_a$ , эквивалентное совпадению стрелок часов на циферблате, обозначается группой 0 (а не 12). Кроме того, следует помнить, что за положительное направление вращения векторов ЭДС принято их вращение против часовой стрелки



Рис. 1. Сравнение положения стрелок часов с обозначением групп соединения

Применением разных способов соединения обмоток в трехфазных трансформаторах можно создать 12 различных групп соединения. Рассмотрим в качестве примера схему соединений «звезда — звезда» (рис. 2).

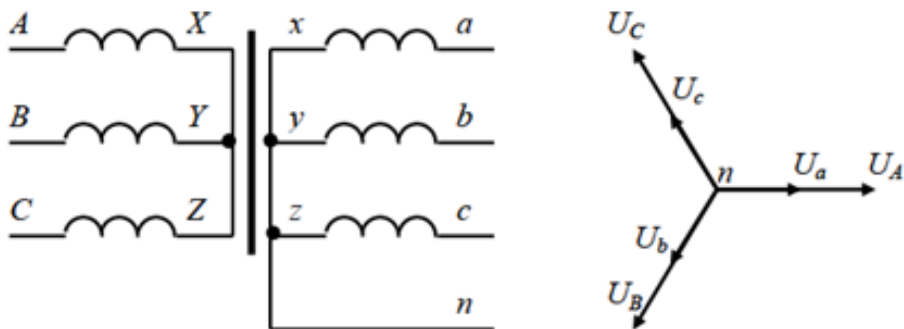


Рисунок 2 – Схема соединения Y / Yn и векторная диаграмма

Векторная диаграмма напряжений показывает, что сдвиг между фазными напряжениями  $U_A$  и  $U_a$  в данном случае равен нулю. Следовательно имеет место группа 0; обозначается Y / Yn - 0.

Трансформаторы Y/Yn применяются при работе на симметричную нагрузку в низковольтных электрических сетях с глухозаземленной нейтралью.

Недостаток: при несимметричной нагрузке резко увеличиваются потери электрической энергии и отклонения напряжений от номинального.

Рассмотрим схему соединения «треугольник-звезда»

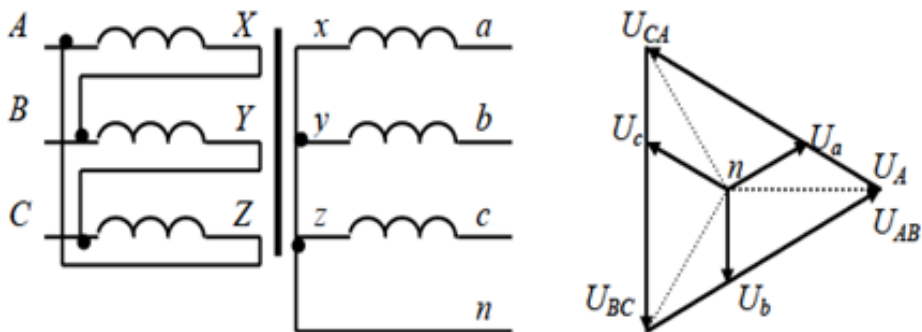


Рисунок 3 – Схема соединения Δ / Yn и векторная диаграмма

Векторная диаграмма напряжений показывает, что сдвиг между фазными напряжениями  $U_A$  и  $U_a$  в данном случае равен  $30^\circ$ . Следовательно имеет место группа  $\Delta / Y_n$ , обозначается  $\Delta / Y_n - 11$ .

Схема  $\Delta / Y_n$  лучше, чем трансформатор  $Y/Y_n$ , работает на несимметричную нагрузку; имеет фазное и линейное напряжения.

Имеются два способа, чтобы определить группу соединения обмоток трансформатора: с помощью фазометра и вольтметра.

Самый простой способ – это изменение угла между векторами линейных напряжений  $U_{AB}$  и  $U_{ab}$ . Но прибора, у которого на две обмотки подаются напряжения, нет, а есть фазометр, у которого одна обмотка токовая, а вторая – напряжения. Известно также, что на активном сопротивлении векторы тока и напряжения совпадают. Поэтому, если включить фазометр по схеме, приведенной на рисунке 4, то прибор покажет угол между вектором линейного напряжения  $U_{ab}$  и вектором тока  $I_{AB}$  и вектором напряжения  $U_{AB}$ .

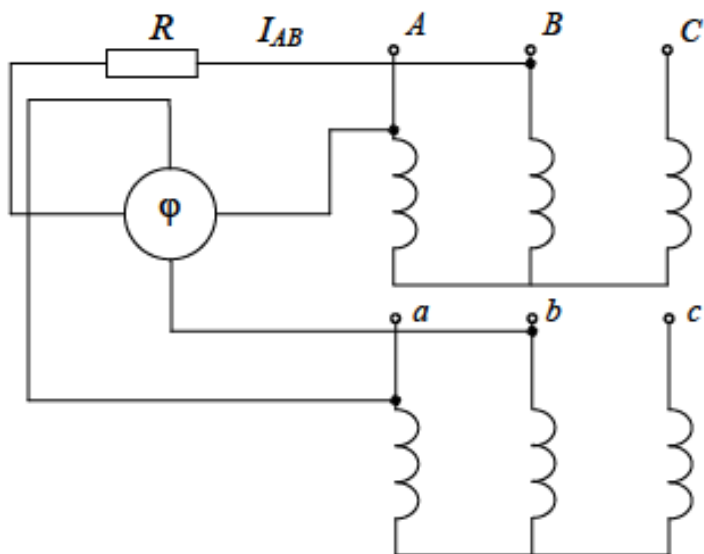


Рисунок 4 – Определение группы соединений обмоток фазометром

В реальности наиболее распространена практическая проверка правильности включения трансформаторов на параллельную работу.

Соединяют пару одноименных выводов трансформатора, подают напряжение на первичные обмотки и проверяют вольтметром наличие напряжения между другими одноименными выводами. Если напряжения нет – соединение правильное.

### **Содержание отчёта**

- 1 Наименование и цель работы
- 2 Сравнение положения стрелок часов с обозначением групп соединения (рис. 1).
- 3 Схема соединения  $Y / Y_n$  и векторная диаграмма (рис. 2)
- 4 Схема соединения  $\Delta / Y_n$  и векторная диаграмма (рис. 3)
- 5 Определение группы соединений обмоток фазометром (рис. 4)
- 6 Ответы на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

- 1 Как группы соединения обмоток трансформатора связаны с положением стрелок часов на циферблате?
- 2 Сколько групп соединения возможно для трёхфазного трансформатора?
- 3 Чему равен угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжением в схеме «звезда-звезда»?
- 4 Где применяется схема «звезда-звезда»?
- 5 Недостаток схемы «звезда-звезда»?
- 6 Чему равен угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжением в схеме «треугольник-звезда»?
- 7 В чём достоинство схемы «треугольник-звезда»?
- 8 Какие способы существуют для определения группы соединения обмоток?
- 9 Как измеряется угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжением фазометром?
- 10 Как практически проверяют правильность включения трансформаторов на параллельную работу?