Электрические измерения

Теоретическое занятие

Профессия: 23.01.09 Машинист локомотива

ОП.02 Электротехника

Тема 2.1 Электрические измерения

Преподаватель: Подъяблонская О.В.

2023

Электрические измерения

Для измерения тока используется амперметр**,** включаемый в цепь последовательно с электроприемником (рис.1). Показания амперметра позволяют судить с определенной погрешностью о токе I_H, протекающем через данный электроприемник – нагрузку R_H.[1]

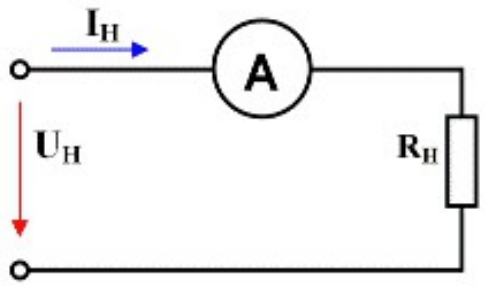


Рисунок 1. Схема включения амперметра для измерения тока

При измерении переменного синусоидального тока приборы электромагнитной, электродинамической, выпрямительной и тепловой систем будут давать отклонения, пропорционально действующему значению тока и в этих значениях, как правило, градуируют шкалы этих приборов.

При измерении несинусоидального переменного тока появляется дополнительная погрешность, вызванная влиянием высших гармоник в кривой тока на вращающий момент подвижной части и отклонение стрелки и, следовательно, на показания прибора**.**

Сопротивление измерительной катушки амперметра очень мало и его последовательное включение с нагрузкой практически не вызывает увеличение сопротивления цепи и потери мощности. Так, внутреннее сопротивление амперметров колеблется от R_A=0,2 Ом (электромагнитные и электродинамические системы амперметров) до R_A= 0,01 Ом (магнитоэлектрические приборы).

Ошибочное включение амперметра не последовательно, а параллельно электроприемнику (нагрузке) приводит к его подключению на сравнительно

---

[1] Миловзоров О.В., Панков И.Г. Основы электроники: учебник для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2022.

высокое напряжение и практически к короткому замыканию цепи. В этом случае, протекающий через амперметр ток $I_{КЗ}$ станет намного больше номинального тока $I_Н$, и будет ограничен только малым собственным сопротивлением катушки прибора. Большой ток вызовет чрезмерно большое тепловыделение в проводе катушки:

($P = (I_{КЗ})^2 R_А$), быстрый перегрев катушки и перегорание ее проводников, после чего амперметр выходит из строя.

Поэтому необходимо тщательно проверять правильность включения амперметра в измеряемой схеме до того, как к ней подано напряжение.

Расширение пределов измерения амперметра

Для расширения пределов измерения амперметров применяют шунты и измерительные трансформаторы тока.

Шунт представляет собой активное сопротивление (резистор) $R_Ш$ сравнительно малой величины, включаемое параллельно к зажимам амперметра (рис. 2).

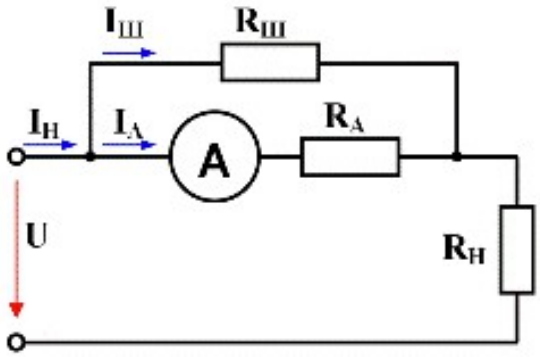


Рисунок 2. Схема включения амперметра с шунтом для измерения больших токов

В том случае, когда сопротивление шунта $R_Ш$ меньше сопротивления измерительной катушки амперметра $R_А$, сравнительно большая часть измеряемого тока $I_Н$ проходит через шунт, а в амперметр ответвляется только его небольшая часть $I_А$, определяемая соотношением сопротивлений амперметра $R_А$ и шунта $R_Ш$:

$$I_А = \frac{I_Н R_Ш}{R_А + R_Ш}$$

Шкала амперметра с шунтом градуируется на полный ток I_H, протекающий через нагрузку.

Таким образом, использование в амперметрах шунтов позволяет измерять большие постоянные или синусоидальные токи приборами, измерительные катушки которых рассчитаны на малые токи.

Трансформатор тока используется для расширения пределов измерения в цепях переменного тока и включается по схеме (рис. 3).

Первичная обмотка W_1 трансформатора тока зажимами $Л_1$ и $Л_2$ включается в линию переменного тока последовательно с электроприемником (нагрузкой R_H). Ко вторичной обмотке трансформатора тока через зажимы $И_1$ и $И_2$ подключается амперметр и, в случае необходимости, катушки других измерительных приборов (ваттметра, счетчика электроэнергии и др.), которые соединяются между собой последовательно.

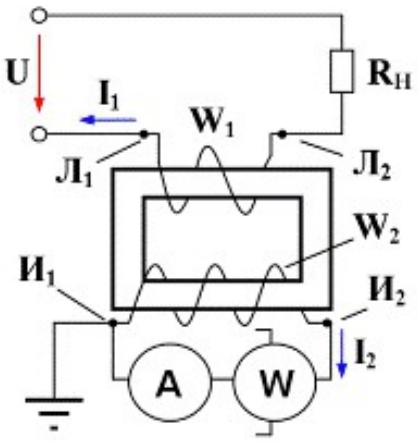


Рисунок 3. Схема включения трансформатора тока в измерительную цепь

Трансформатор тока работает в условиях, близких к условиям короткого замыкания. Поэтому можно считать, что:[2]

$$I_1 = \frac{W_2}{W_1} I_2 = K_1 I_2,$$

[2] Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я. Электротехника и основы электроники: учебник для СПО. – СПб.: Лань, 2022.

То есть, первичный ток I_1 определяется умножением вторичного тока I_2, измеряемого амперметром, на постоянный коэффициент трансформации K_I, который больше единицы, поскольку у трансформатора тока $W_2 > W_1$.

Номинальный ток вторичной обмотки у трансформаторов тока принимается равным 5А, независимо от коэффициента трансформации.

Шкала амперметра, использующего трансформатор тока, градуируется на первичный ток. На ней указывается с каким трансформатором тока должен быть включен амперметр (например, 100/5 А, 200/5 А и т.д.). Вторичная цепь трансформатора тока должна быть всегда замкнута**.** В целях электробезопасности один зажим вторичной обмотки и стальной кожух трансформатора заземляются.

Помимо расширения пределов измерения, трансформаторы тока электрически отделяют цепи низкого напряжения измерительных приборов от главных цепей, которые могут находиться под высоким напряжением.

Измерение напряжения

Для измерения напряжения используются вольтметры**.** Зажимы этих приборов включаются параллельно нагрузке, как показано на рисунке ниже.

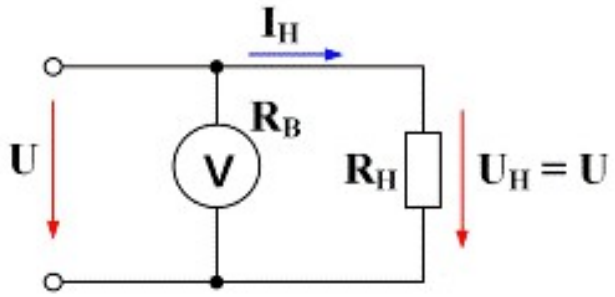


Рисунок 4. Схема включения вольтметра для измерения напряжения

Чтобы включение вольтметра не приводило к заметному изменению токов в цепи и режима работы нагрузки, его собственное сопротивление R_B должно быть намного больше сопротивления нагрузки R_H. Оно колеблется от 3-5 кОм (электромагнитные и электродинамические приборы) до 6-10 кОм (магнитоэлектрические приборы) и свыше 10 кОм (электронные приборы).

При таком включении вольтметра отклонение его стрелки будет пропорционально напряжению на том участке цепи, к которому он подключен.

Вольтметры переменного тока указывают действующее значение измеряемого напряжения.

При ошибочном включении вольтметра, то есть последовательно с электроприемником, напряжение которого должно быть измерено, прибор не будет поврежден, так как через него будет протекать ничтожно малый ток из-за очень большого внутреннего сопротивления вольтметра. В то же время, показания вольтметра при таком включении будут неверны, так как напряжение на нагрузке значительно уменьшится (в сотни и тысячи раз), а вольтметр будет показывать напряжение, близкое к напряжению источника питания.

Список использованной литературы

1. Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я. Электротехника и основы электроники: учебник для СПО. – СПб.: Лань, 2022. – 736 с.

2. Миленина С.А. Электротехника: учебник и практикум для среднего профессионального образования. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 263с.

3. Миловзоров О.В., Панков И.Г. Основы электроники: учебник для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 344 с.