**Анализ электрической цепи синусоидального тока**

**Теоретическая часть**

Электрической цепью называют набор устройств (элементов), связанных между собой электрическими проводами, предназначенных для протекания по ним электрического тока. Для обеспечения закона сохранения энергии в цепи должны быть элементы, в которых энергия неэлектрического происхождения превращалась бы в энергию электромагнитного поля – электрическую энергию и элементы, в которых электрическая энергия преобразовывалась бы обратно в энергию сторонних сил – тепловую, химическую, механическую и т.п.

*Ветвь электрической цепи* – любой входящий в цепь двухполюсник.

*Узел электрической цепи* (точка разветвления) – точка соединения нескольких ветвей (от 3 и больше)

Под *контуром электрической цеп*и понимают замкнутый цикл ветвей, то есть такой путь по цепи, однократное прохождение которого (через ветви и узлы) заканчивается в узле, с которого был начат проход.

Очень обстоятельно электрические явления исследовались немецким физиком Георгом Омом. В 1826 году появляется в свет его знаменитая статья «Определение закона, по которому металлы проводят контактное электричество, вместе с наброском теории вольтаического аппарата и мультипликатора Швейггера», а в мае 1827 года Ом обнародовал свое сочинение «Теоретические исследования электрических цепей» объемом 245 страниц, в котором уже содержались теоретические рассуждения по электрическим цепям. Исследуя электрическую цепь, Ом впервые проводит аналогии между движением электричества и тепловым или водяным потоками. При этом разность потенциалов играет роль падения температур или разностей уровней. Основываясь на этой аналогии, Ом установил закон распространения электричества в проводниках, обтекаемых постоянным электрическим током. Всякий гальванический элемент в неразветвленной цепи, замыкающей его электроды, может вызвать непрерывное течение электричества по проводнику. За положительное направление гальванического тока принимают направление от места высшего потенциала к месту, где потенциал ниже (от положительного к отрицательному электроду). При этом сила тока I в такой цепи будет равна частному от деления электродвижущей силы Е источника на сопротивление R неразветвленной замкнутой цепи:

$$I = Е / R.$$

Это знаменитое соотношение получило название закона Ома. В названной работе ученый предложил характеризовать электрические свойства проводника его сопротивлением и ввел этот термин в научный обиход.

Любую электрическую схему можно разложить в виде простых цепей прохождения электрического тока, по которым перемещаются заряженные частицы (электроны). Определив такой участок двумя точками, к нему непосредственно можно применять закон Ома. В данных точках имеется своё напряжения, сопротивление и ток. Имея две известных величины, по закону Ома всегда можно найти третью.

Напряжение на внутреннем сопротивлении цепи часто называют падением напряжения.

Сумма напряжений на отдельных участках цепи равна электродвижущей силе (э.д.с.) источника:



Из этого равенства следует, что напряжение и общая э.д.с. в цепи имеют разные знаки и их удобно представить графически.

Для большей наглядности и уяснения взаимодействия напряжения на элементах цепи можно прибегнуть выше были приведены графические изображения. На них длинна отрезков, представляющих напряжение, пропорциональна их значениям.

Если сопротивление внешней цепи Rнстало небольшим по сравнению со внутренним сопротивлением Rвнисточника и можно считать, что оно равно нулю, то в цепи возникает режим короткого замыкания источника энергии. Сила тока Iк при этом может достигать очень больших значений, так как сопротивление Rвн во много раз меньше сопротивления токоприемников. Сила тока короткого замыкания



Короткое замыкание происходит, например, при повреждении изоляции, когда провода, идущие от источника тока к токоприемнику, соединяются (замыкаются) между собой.

В общем случае закон Ома может быть вписан в трех вариантах:



Для удобства всегда лучше всего в голове держа так называемый “треугольник Ома”, который всегда покажет нужную формулу, если мысленно закрыть то значение которое вам нужно найти.

Следует помнить, что закон Ома в том виде, в котором он здесь рассмотрен, применим только для цепей постоянного тока с активным сопротивлением(лампы накаливания, нагревательные приборы, резисторы). Активным называется такое сопротивление, в котором происходит необратимый процесс превращения электрической энергии в другой вид энергии.

Важными правилами в физике и электротехнике являются правила, выведенные Кирхгофом, которые позволяют рассчитать цепи любой сложности, работающие на переменном, постоянном и квазистационарном токе. Данные правила были предложены в 1845 году великим немецким физиком Густавом Кихгофом. Рассмотрим описания и значения для физики и электротехники правил Кирхгофа.

*Первый закон Кирхгофа* представляет собой следствие закона сохранения зарядов в электрической цепи. В нем рассматриваются токи в узловых точках цепи. Если условиться считать токи, текущие к узлу, положительными, а токи, текущие от узла, отрицательными, то в соответствии с первым законом Кирхгофа алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле разветвленной электрической цепи (рис. 1.1), равна нулю:

$$i1 + i2 + i3 – i4 = 0.$$



Рис. 1.1. Узел электрической цепи

В соответствии со вторым законом Кирхгофа алгебраическая сумма произведений сил токов на соответствующие сопротивления в замкнутом электрическом контуре (см. рис. 1.2) равна алгебраической сумме всех электродвижущих сил в этом контуре:

$$i1 R1 + i2 R2 – i3 R3 = Е1 + Е2 – Е3.$$



Рис. 1.2. Контур разветвленной электрической цепи

Знаки э.д.с. определяются следующим правилом: если э.д.с. повышает потенциал в направлении обхода (обход от «минуса» к «плюсу»), ей приписывают знак «плюс», а если понижает – «минус».

*Правила записи системы уравнений цепи*

Для цепи из p узлов необходимо составить p-1 уравнений токов. Для цепи из m ветвей (в mi из которых есть источники тока) необходимо составить m-mi-(p-1) уравнений напряжений. Все эти уравнения образуют систему линейных уравнений цепи, позволяющую определить все напряжения и токи в цепи. Прежде чем составить уравнения, произвольно выбирают:

1. Положительное направление тока для каждой ветви. Из нужно обозначить на схеме цепи.
2. Положительное направление обхода каждого контура. Для простоты рекомендуют выбирать для всех контуров одно направление.

При записи уравнений напряжений нужно стараться выбирать контуры так, чтобы в каждом новом контуре была хотя бы одна ветвь, не входящая в контуры, для которых уже написаны уравнения. Для сложных цепей, в которых трудно обнаружить все узлы и контуры, прибегают к теории графов для подсчета числа независимых контуров.