

Расчёт магнитного сопротивления для различных схем соединения индуктивностей с взаимоиндукцией Акопов В. В.

Акопов Вачакан Ваграмович / Akopov Vachakan Vagramovich – учитель физики,
муниципальное образовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 6,
село Полтавское, Курский район, Ставропольский край

Аннотация: в статье рассматривается расчёт магнитного сопротивления для различных схем соединения индуктивностей с взаимоиндукцией. Эти формулы могут быть полезны при расчётах магнитных цепей.

Ключевые слова: магнитное сопротивление, взаимоиндукция, индуктивность, магнитный поток.

Известно, что взаимоиндукцией называется влияние изменяющегося магнитного поля одного проводника на другой проводник, в результате чего во втором проводнике возникает индуцированная электродвижущая сила. Взаимоиндукция даёт возможность связывать посредством магнитного поля различные электрические цепи.

Катушки индуктивности, так же как резисторы и конденсаторы, для получения заданной индуктивности можно включать как последовательно, так и параллельно.

Известно, что суммарное магнитное сопротивление двух и более индуктивностей, соединенных последовательно и расположенных на определённом расстоянии друг от друга так, что их магнитные поля не пересекали витки соседей, равно сумме их магнитных сопротивлений:

$$(R_m)_{общ}^{посл} = R_{m_1} + R_{m_2} + \dots + (R_m)_n, \quad (1)$$

При параллельном их соединении и при соблюдении того же условия отсутствие магнитного взаимодействия относительно их расположения расчёт осуществляется по формуле: [1, 15]

$$\frac{1}{(R_m)_{общ}^{парал}} = \frac{1}{R_{m_1}} + \frac{1}{R_{m_2}} + \dots + \frac{1}{(R_m)_n} \text{ или}$$
$$(R_m)_{общ}^{парал} = \frac{1}{\frac{1}{R_{m_1}} + \frac{1}{R_{m_2}} + \dots + \frac{1}{(R_m)_n}}, \quad (2)$$

Рассмотрим индуктивности, соединённые в магнитную цепь последовательно и находящиеся близко друг к другу, так что часть магнитного потока одной пронизывает нитки другой, то есть между индуктивностями существует индуктивная связь. Тогда для расчёта общего сопротивления таких индуктивностей данная выше формула (1) уже не приемлема. При таком расположении индуктивностей могут возникнуть два частных случая:

- 1) магнитные потоки индуктивностей в магнитной цепи имеют одинаковые направления;
- 2) магнитные потоки индуктивностей направлены навстречу друг другу.

Каждый из случаев будет иметь место в зависимости от направления витков индуктивностей и от направления протекания токов в них. В этом случае общее магнитное сопротивление определяется следующей формулой:

$$(R_m)_{общ}^{посл} = R_{m_1} + R_{m_2} + \dots + (R_m)_n \pm \frac{1}{n \cdot M}, \quad (3)$$

где n – число индуктивностей.

В первом случае в расчётной формуле (3) ставится знак «+», а во втором знак «-». Величина M , приведённая в формуле (3), называется коэффициентом взаимной индукции, которая представляет собой некоторую добавочную индуктивность, обусловленную частью магнитного потока, общей для всех индуктивностей. В системе СИ имеет размерность Гн (генри).

Рассмотрим случай, когда все индуктивности намотаны в одну сторону, и токи в них протекают в одном попутном направлении, то есть когда магнитные потоки направлены в одну сторону. В этом случае витки каждой индуктивности будут пронизываться своим магнитным потоком и частью потока соседа, то есть магнитные потоки во всех индуктивностях будут выше по сравнению с отсутствием индуктивной связи. Поэтому общее магнитное сопротивление контура будет меньше суммы её составляющих отдельных участков магнитной цепи. И, наоборот, когда магнитные потоки направлены навстречу друг другу, их общее магнитное сопротивление будет больше суммы отдельных участков магнитной цепи.

Рассмотрим индуктивности, соединённые в магнитную цепь параллельно и находящиеся близко друг к другу так, что часть магнитного потока одной пронизывает нитки другой, то есть между индуктивностями существует индуктивная связь, и для расчёта их общего сопротивления данная выше формула (2) уже не приемлема. В этом случае общее магнитное сопротивление определяется следующей формулой:

$$(R_m)_{\text{общ}}^{\text{нап}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{m_1}} + \frac{1}{R_{m_2}} + \dots + \frac{1}{(R_m)_n} \pm n \cdot M}, \quad (4)$$

Эта формула справедлива при условии, если активные сопротивления индуктивностей не равны нулю. При одинаковых направлениях магнитных потоков индуктивностей в магнитной цепи в расчётной формуле (4) ставится знак «+» или наоборот, если их потоки направлены навстречу друг другу, ставится знак «-».

Литература

1. Акопов В. В. Расчёт магнитного сопротивления для различных схем соединения индуктивностей без взаимоиндукции. // Наука, техника и образование. № 2 (8), 2015. с. 15.