

НИУ ИТМО

Факультет ПИиКТ

Лабораторная работа №6

Работа с системой компьютерной вёрстки L^AT_EX

Вариант 62

Выполнил Бойко Г. А., группа Р3116

г. Санкт-Петербург, 2024

Г. Мякишев

Расчет цепей переменного тока с помощью векторных диаграмм

Расчет цепей переменного тока значительно сложнее, чем цепей постоянного тока. Однако в случае, если напряжение и сила тока изменяются по гармоническому закону, существует довольно простой и наглядный метод расчета цепей - метод векторных диаграмм. С ним мы и хотим познакомить читателей в этой статье.

Уравнение, описывающее вынужденные колебания в колебательном контуре

Промышленный переменный ток - это вынужденные электромагнитные колебания. Если напряжение $u = u(t)$ на концах цепи меняется по гармоническому закону

$$u = U_0 \cos \omega t, \quad (1)$$

то сила тока i также меняется гармонически с той же частотой ω , но в общем случае ток сдвинут по фазе относительно напряжения на постоянную величину ϕ :

$$i = I_0 \cos(\omega t + \phi). \quad (2)$$

Впрочем, в первый момент после замыкания цепи колебания тока имеют гораздо более сложную форму. При замыкании электрическая цепь как бы получает «толчок», и если она обладает собственной частотой колебаний ω_0 , то в ней возникают свободные электромагнитные колебания. Эти колебания накладываются на вынуж-

денные колебания частоты ω , но постепенно затухают из-за наличия в цепи активного сопротивления R (на котором происходит выделение энергии в виде тепла). Лишь после того как свободные колебания затухнут, вынужденные колебания можно считать установившимися. Амплитуда силы тока I_0 в формуле (2) - это амплитуда установившихся колебаний. Все происходит точно так же, как и в случае вынужденных механических колебаний (более подробно об этом см., например в статье Г. Я. Мякишева «Вынужденные механические колебания», «Квант», 1974, № 11).

Довольно простой, но очень важный частный случай представляют собой вынужденные колебания в цепи, состоящей из последовательно соединенных проводника с активным сопротивлением R , катушки индуктивности L и конденсатора емкости C (рис. 1). Такую цепь называют последовательным колебательным контуром. Пусть напряжение u на концах цепи меняется по закону, описываемому уравнением (1); тогда сила тока i в цепи меняется в соответствии с выражением (2). Чему равна амплитуда тока I_0 , и сдвиг фаз ϕ ? Как известно, уравнение, описывающее вынужденные колебания тока в этом контуре, имеет следующий вид:

$$L \frac{\Delta i}{\Delta t} + Ri + \frac{q}{C} = U_0 \cos \omega t. \quad (3)$$

Здесь q - заряд конденсатора. (Это

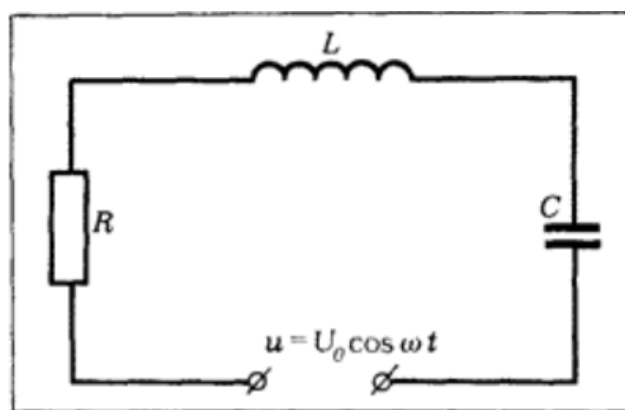


Рис. 1.