

Саматов Е.Л.

студент

**ФГОУ ВО «Брянский государственный университет им.ак. И.Г.
Петровского»**

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫЕ РЕАЛЬНАЯ
ИНДУКТИВНАЯ КАТУШКА И КОНДЕНСАТОР В ЦЕПИ
СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА**

Аннотация: В данной статье отражаются схема последовательного соединения реальной индуктивной катушки и конденсатора в цепь с синусоидальным током.

Ключевые слова: физики, индуктивная катушка, конденсатор, последовательное соединение, синусоидальный ток.

Samatov E.L.

student

Federal State Educational Institution of Higher Education “Bryansk State
University named after I.G. Petrovsky

**SEQUENTLY CONNECTED REAL INDUCTIVE COIL AND
CAPACITOR IN THE SINUSOIDAL CIRCUIT**

Abstract: This article reflects the series connection scheme of a real inductive coil and hub in a circuit with a sinusoidal current.

Keywords: physicists, inductive coil, hub, series connection, sinusoidal current.

На рисунке 1 изображена схема, на которой включены последовательно три прибора: катушка с индуктивностью и активным сопротивлением и конденсатор емкостью.

В такой схеме будет протекать синусоидальный ток:

$$i = I_m \cdot \sin(\omega t) \quad (1.1)$$

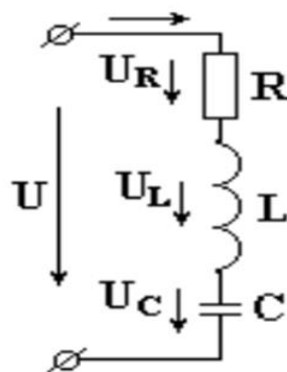


Рис. 1

Попробуем определить напряжение, возникающее в начале схемы (на входе).

Воспользовавшись вторым законом Кирхгофа, получим уравнение:

$$u = u_R + u_L + u_c \quad (1.2)$$

Где $u_R = i \cdot R$, $u_L = L \frac{di}{dt}$, $u_c = \frac{1}{c} \int i \cdot dt$.

Если подставить последние уравнения в 1.2, то получим:

$$u_R = i \cdot R + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{c} \int i \cdot dt = R \cdot I_m \cdot \sin(\omega t) + L \cdot \omega \cdot I_m \cdot \cos(\omega t) - \frac{1}{\omega c} \cdot I_m \cdot \cos(\omega t) = R \cdot I_m \cdot \sin(\omega t) + X_L \cdot I_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + X_c \cdot I_m \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad (1.3)$$

Рассмотрев выражение (1.3), можно увидеть, что в активном сопротивлении у напряжения фаза такая же, как у тока, ток на индуктивности отстает по фазе от напряжения на $\frac{\pi}{2}$, ток по емкости превосходит напряжение по фазе на $\frac{\pi}{2}$.

Перепишем уравнение (1.3) в комплексном виде:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \dot{U}_m = \left(R \cdot \dot{I}_m + X_L \cdot \dot{I}_m \cdot e^{j\frac{\pi}{2}} + X_C \cdot \dot{I}_m \cdot e^{-j\frac{\pi}{2}} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = (R \cdot \dot{I}_m + j \cdot X_L \cdot \dot{I}_m - j \cdot X_C \cdot \dot{I}_m) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (1.4)$$

Далее, поделим обе части уравнения (1.4) на $\sqrt{2}$.

Получится формула для комплексных действующих показателей напряжений и токов:

$$\dot{U}_m = \dot{I}[R + j(X_L - X_C)] = \dot{I} \cdot Z = \dot{I} \cdot z \cdot e^{-j\varphi} \quad (1.5)$$

Где $Z = R + j(X_L - X_C)$ – комплексное сопротивление цепи;

$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ – полное сопротивление цепи;

$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$ – начальная фаза комплексного сопротивления.

Для построения векторных диаграмм цепи нужно рассмотреть три случая:

1. X_L больше чем X_C , что значит цепь носит индуктивный характер. Векторы напряжений направлены в противоположные стороны на емкости и индуктивности, поэтому они не полностью компенсируют друг друга. В начале схемы вектор тока отстает от вектора напряжения (Рис. 2).
2. Емкостное сопротивление больше индуктивного. В начале схемы вектор тока опережает вектор напряжения. Цепь имеет характер емкостный (Рис. 3).
3. Емкостное и индуктивное сопротивления равны. Напряжения на емкости и индуктивности в полной степени покрывают друг друга. Входное напряжение в цепи одинаково по фазе с входным током. Наступает режим резонанса напряжений в электрической цепи (Рис. 4).

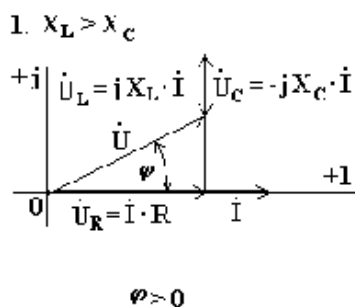


Рис. 2

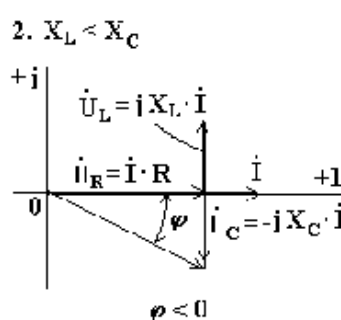


Рис. 3

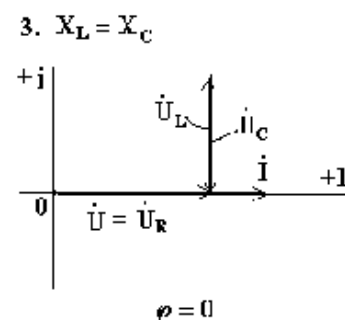


Рис. 4

В режиме резонанса ток становится максимальным, потому что полное сопротивление цепи становится минимальным.

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U}{R} \quad (1.6)$$

Если $\omega_0 \cdot L = \frac{1}{\omega_0 \cdot c}$, то возникает резонанс, таким образом можно получить резонансную частоту:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot c}} \quad (1.7)$$

Из последнего уравнения следует, что резонанс возникает при выполнении следующих условий:

1. при изменении частоты контура;
2. при изменении индуктивности катушки;
3. при изменении емкости конденсатора.

В режиме резонанса входящее напряжение будет такое же, как в активном сопротивлении падение напряжения. На емкости и индуктивности схемы возможно появление напряжения, которое будет в несколько раз превышать напряжение в начале схемы. Это объяснимо тем, что всякое напряжение равно произведению наибольшего тока I_0 , на соотнесенное емкостное или индуктивное сопротивление. То есть:

$$U = R \cdot I_0 \ll X_L \cdot I_0 = X_C \cdot I_0 \quad (1.8)$$

Литература:

- 1. Новожилов, О.П.** Электротехника (теория электрических цепей). учебник для академического бакалавриата / О.П. Новожилов. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 643 с. – ISBN: 978-5-534-04038-8.
- 2. Прошин, В.М.** Электротехника: Учебник для начального профессионального образования / В.М. Прошин. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 288 с. – ISBN: 978-5-4468-0024-7.