

4.04.2019

Повторение.

1. Цепи переменного тока.

$$\underbrace{V(t)}_{\text{мгновенное значение}} = \underbrace{V_0}_{\text{амплитудное значение}} \sin \left(\underbrace{\omega t + \alpha}_{\text{фаза}} \right)$$

начальная фаза

Конденсатор и катушка.

Считаем, что источник напряжения $V = V_0 \sin \omega t$. Тогда, если подсоединить к нему

- конденсатор ёмкости C , то ток в нём будет $I = I_0 \sin(\omega t + \pi/2)$, где $I_0 = \omega C \cdot U_0$
- катушку индуктивности L , то ток в ней будет $I = I_0 \sin(\omega t - \pi/2)$, где $I_0 = \frac{U_0}{\omega L}$

U_0 и I_0 – амплитудные значения напряжения и силы тока.

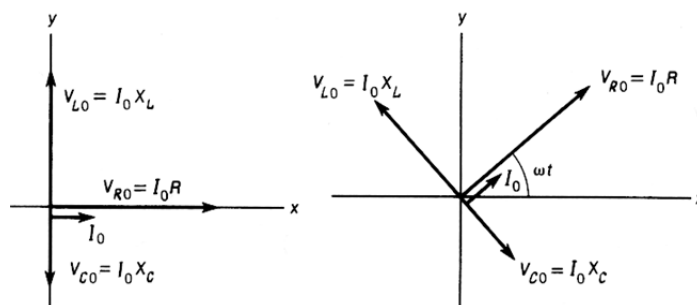
$U_{эф} = U_0 / \sqrt{2}$ и $I_{эф} = I_0 / \sqrt{2}$ – так называемые, эффективные значения напряжения и тока.

Реактивные сопротивления: $X_C = \frac{1}{\omega C}$, $X_L = \omega L$. Через них можно связать амплитудные или эффективные ток и напряжение (как по закону Ома), но нельзя связывать мгновенные значения.

RC-, RL- и RCL-цепочки

Если в цепи переменного тока присутствуют как реактивные элементы (катушка, конденсатор), так и активные (сопротивление), происходит сдвиг фаз между током и напряжением. Для расчёта имеет смысл использовать векторные диаграммы или метод комплексных токов.

Пример векторной диаграммы для последовательно соединённых R , C и L :



Ток общий. Его амплитуда I_0 , сдвиг фазы относительно напряжения - ϕ . Векторная сумма напряжений на элементах равна напряжению на источнике.

Длина вектора суммы напряжений: $\sqrt{V_{R0}^2 + (V_{L0} - V_{C0})^2}$. Откуда получаем, что

$V_0 = I_0 \cdot Z$, где $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ – импеданс.

Угол ϕ получаем из тригонометрии: $\operatorname{tg} \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$, или $\cos \phi = \frac{R}{Z}$.

Мощность.

Средняя мощность $\bar{P} = I_{\text{эф}\phi}^2 Z \cos \phi$.

Резонанс.

При $X_C = X_L$ реактивное сопротивление в цепи исчезает, $Z = R$, $\cos \phi = 1$, ток и мощность достигают максимума.

Комплексное представление.

Если в цепи провести замену:

$$\tilde{U} = U_0 (\cos \omega t + i \sin \omega t)$$

$$\tilde{I} = I_0 (\cos(\omega t - \phi) + i \sin(\omega t - \phi))$$

$$\tilde{X}_L = i \cdot X_L$$

$$\tilde{X}_R = -i \cdot X_R$$

$$R = R$$

то дальше всё можно считать как в цепи постоянного тока. В самом конце надо взять действительную часть полученного ответа.

2. Трансформатор.

Индуктивность.

$L \equiv \frac{\Phi}{I}$ – определение индуктивности, это коэффициент пропорциональности между потоком магнитного поля и током, который это поле порождает.

Закон Фарадея: $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$.

Соленоид.

Поле соленоида: $B = \mu \mu_0 n I$.

Индуктивность прямого соленоида: $L = \mu \mu_0 n^2 l S$.

Трансформатор.

Взаимная индуктивность $\varepsilon_2 = -M_{12} \frac{dI_1}{dt}$, показывает (по аналогии с законом Фарадея) какая ЭДС наводится во вторичной обмотке, если в первичной обмотке течёт ток I_1 . В идеальном трансформаторе $M_{12} = M_{21}$.

Коэффициент трансформации $k = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{n_2}{n_1}$, где $\varepsilon_{1,2}$ – ЭДС индукции, возникающая на обмотках.

При КПД трансформатора близком к 100%, считаем, что $P_2 = P_1$ и $\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{k}$.