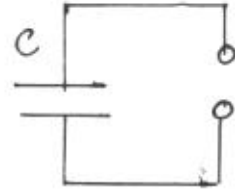


§22. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Резонанс.

Любой ток, в отличие от постоянного, не может течь по цепи, содержащей конденсатор, т.к. фактически при этом цепь оказывается разомкнутой.

Определим, как меняются со временем сила тока в цепи, содержащей конденсатор, если сохр-ем проводов и обкладок можно пренебречь.

Напряжение на конденсаторе $u = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{q}{C}$ равно напряжению на концах цепи: $\frac{q}{C} = U_m \cos \omega t$



Заряд увеличивается: $q = C U_m \cos \omega t$;

$$i = q' = -C U_m \omega \sin \omega t = C U_m \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Заключаем: колебания силы тока сдвигаются по фазе колебаний напряжения на конд-ре на $\frac{\pi}{2}$.

Амплитуда силы тока: $I_m = C U_m \omega$.

Введем обозначение: $\frac{1}{\omega C} = X_c$, и вместо амплитуд силы тока и напряжения использовать их действующие значения, тогда:

$$I = \frac{U}{X_c}, \quad X_c - \text{емкостное сопротивление. (Сопротивление конденсатора переменному току)}$$

Чем больше емкость конденсатора, тем больше ток передается. В то время как сохр-ие конденсаторе колеблющемуся току бесконечно велико, сохр-ие имеет конечное значение X_c .

Катушка индуктивности:

Определим силу тока в цепи, содержащей катушку ($R=0$)

Если $R=0$, то и напряженность внутри проводника тоже равна нулю. $\vec{E}_i = -\vec{E}_k \Rightarrow e_i = -U$

При увеличении силы тока по гарм. закону:

$$i = I_m \sin \omega t \quad \text{ЗДЛ самоиндукции:}$$

$$e_i = -L i' = -L \omega I_m \cos \omega t, \quad \text{так как } u = -e_i, \quad \text{то}$$

$$u = L \omega I_m \cos \omega t = L \omega I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}), \quad \text{где}$$

$$U_m = L \omega I_m - \text{амплитуда напряжения.}$$



Заключаем: колебания напряжения на катушке сдвигаются по фазе колебаний силы тока на $\frac{\pi}{2}$ (вперед)

Амплитуде или ток в катушке: $I_m = \frac{U_m}{\omega L}$

Введем обозначение: $\omega L = X_L$ и вместо амплитуд I_m и U_m будем пользоваться их действ. значениями:

$$I = \frac{U}{X_L}, \quad X_L - \text{индуктивное сопр-ие.}$$

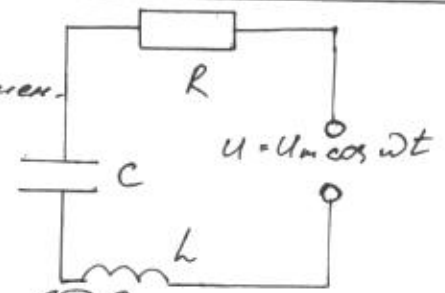
При ω_0 , $X_L = 0$.

Чем больше частота колебаний, тем больше ЭДС самоиндукции и тем меньше амплитуда или ток.

Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока.

В любой момент времени ЭДС источника равна сумме напряжений на отдельных элементах так у нас: $E = U_R + U_L + U_C$

Так как напряжения отсчитываются по фазе, то сумма амплитудных значений напряжений не будет равна амплитудному значению ЭДС источника.



Полное сопротивление состоит из активного R , емкостного X_C и индуктивного X_L сопротивлений:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Полное сопр-ие зависит от частоты колебаний и величины тока напряжения.

Для синус тока: $i = I_m \cos(\omega t - \varphi_0)$; $I_m = \frac{U_m}{Z}$

φ_0 - разность фаз между током и напряжением:

$$\tan \varphi_0 = \frac{X_L - X_C}{R};$$

Средняя мощность: $P = i^2 Z \cos \varphi_0 = I U \cos \varphi_0$

$\cos \varphi_0$ - коэф-т мощности. Если $X_L - X_C = 0$, то $\varphi_0 = 0$ и выражение примет вид:

$$P = UI$$

В этом случае в цепи возникает макс. мощность, называемая резонансом