

Цепи с
сопротивлением,
индуктивностью,
ёмкостью

Цепь переменного тока с активным сопротивлением

Резистор – активный элемент, обладает активным сопротивлением, которое не зависит от частоты переменного сигнала, физический смысл активного сопротивления – энергия от источника питания расходуется только на выделение тепла.

• Если цепь обладает только активным сопротивлением R (цепь с резистором) и к ее зажимам приложено синусоидально изменяющееся напряжение

$$u = U_m \sin \omega t,$$

то по закону Ома, мгновенное значение тока в цепи

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t,$$

где U_m – амплитудное значение напряжения, В;

$I_m = \frac{U_m}{R}$ – амплитудное значение тока, А.

Действующее значение тока в цепи

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{R\sqrt{2}} = \frac{U}{R}.$$

Напряжение и ток в цепи с активным сопротивлением совпадают по фазе, и в любой момент времени мгновенные значения тока и напряжения пропорциональны друг другу.

- Средняя за период мощность или активная мощность электрической цепи, выражаемая в ваттах (Вт),

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Цепь переменного тока с ИНДУКТИВНОСТЬ

- Катушка индуктивности – это реактивный элемент обладает реактивным индуктивным сопротивлением, которое прямо пропорционально зависит от частоты сигнала.

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

Физический смысл индуктивного сопротивления – накапливать энергию магнитного поля.

Если электрическая цепь обладает только индуктивностью L (активное сопротивление катушки $R = 0$) и по ней проходит синусоидальный ток

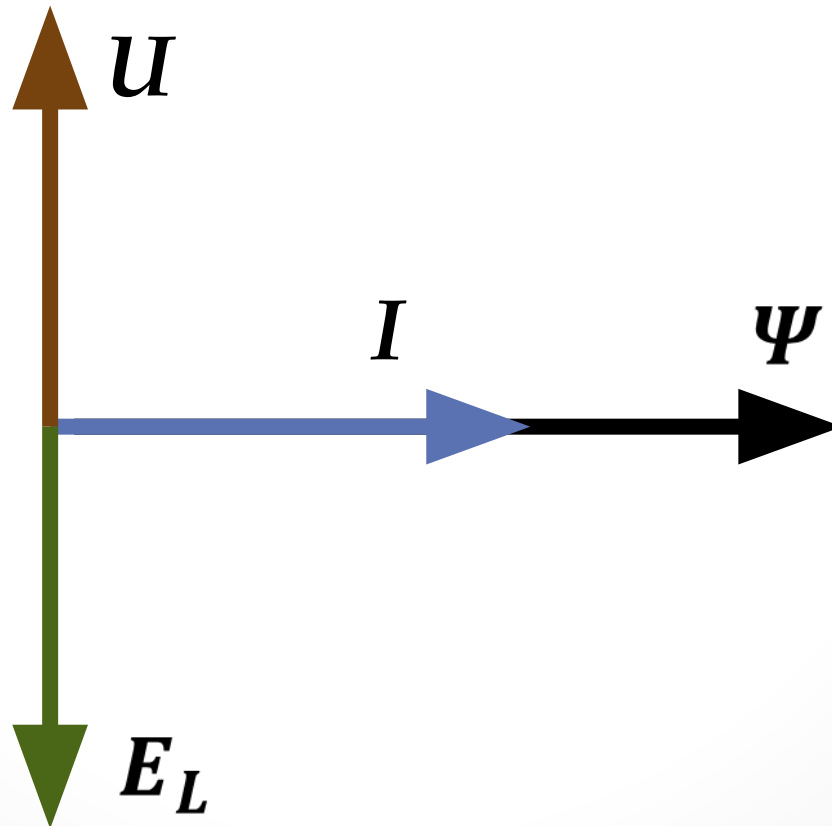
$$i = I_m \sin \omega t,$$

то, по второму закону Кирхгофа,

$$u = -e = L \frac{di}{dt} = U_{Lm} \cos \omega t,$$

где $U_{Lm} = E_{Lm} = LI_m \omega$.

- Следовательно, при синусоидальном токе напряжение на индуктивности по фазе опережает ток на угол $\varphi = \pi/2$. Векторная диаграмма этой цепи представлена на рисунке.



- Действующее значение напряжения $U = LI\omega$, откуда

$$I = \frac{U}{\omega L} = \frac{U}{X_L},$$

где X_L — индуктивное сопротивление, Ом.

Цепь с индуктивностью обладает только реактивной мощностью. Максимальное значение реактивной мощности, выражаемое в вольт-амперах (вар):

$$Q = UI = I^2 X_L.$$

Цепь с емкостью

- Конденсатор – реактивный элемент обладает реактивным емкостным сопротивлением, которое обратно пропорционально зависит от частоты сигнала.

$$X_L = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f}$$

Физический смысл емкостного сопротивления – накапливать энергию электрического поля.

- Если электрическая цепь обладает только емкостью (конденсатор без потерь) и к ней приложено напряжение u переменного тока, то в цепи проходит ток

$$i = C \frac{du}{dt} = CU_m \omega \cos \omega t = I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right),$$

где $u = U_m \sin \omega t$, т. е. ток в такой цепи опережает напряжение на угол $\pi/2$.

- Амплитудное значение тока в цепи

$$I_m = CU_m\omega = \frac{U_m}{X_c}$$

где C — емкость конденсатора, Ф;

X_c — емкостное сопротивление, Ом.

Действующее значение

$$I = U/X_c.$$

Цепь обладает реактивной мощностью

$$Q = UI.$$