Идеальный резистивный R элемент в цепи синусоидального тока

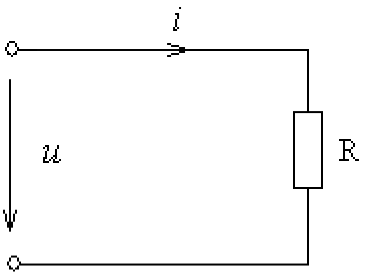


рис. 2.17

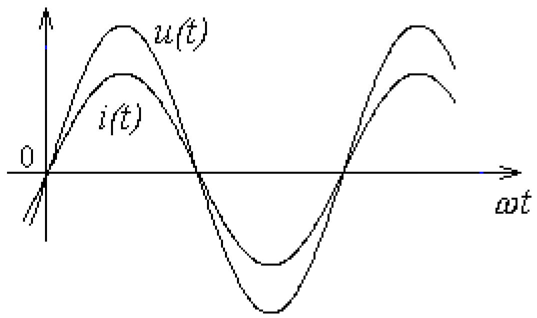
В резистивном элементе РЭ происходит преобразование электрической энергии в тепловую.

Мгновенное значение силы тока РЭ пропорционально мгновенному значению напряжения (закон Ома)

$$i = \frac{u_R}{R} \qquad (2.42)$$

Если $i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$, то $u_R(t) = RI_m \sin(\omega t + \psi_i)$

следовательно $U_{Rm} = RI_m, U_R = RI$ и $\psi_u = \psi_i$ $\varphi = \psi_u - \psi_i = 0$ (напряжение и ток совпадают по фазе)



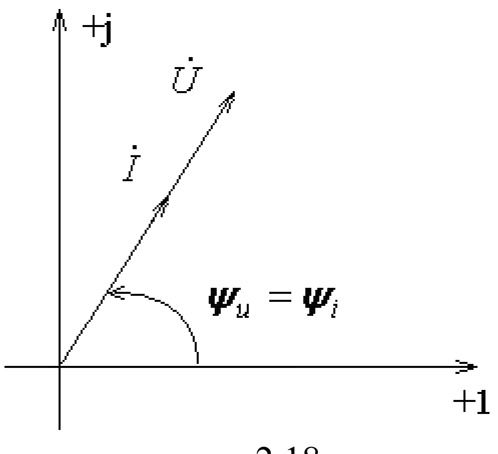


рис. 2.18

Комплексные действующие значения тока и напряжения:

$$\dot{I} = I \cdot e^{j\psi_i},\ \dot{U}_R = U_R \cdot e^{j\psi_u} = RI \cdot e^{j\psi_u} = RI \cdot e^{j\psi_i} = R\dot{I} \qquad (2.43)$$

Комплексное сопротивление РЭ содержит лишь активную составляющую (чисто активное сопротивление)

$$\underline{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = R \quad (2.44)$$

Мгновенная мощность

$$p = u_R i = R \cdot i^2 = RI_m^2 \sin^2(\omega t + \psi_i) = RI_m^2 \frac{1}{2}(1 - \cos 2(\omega t + \psi_i)) =$$
$$= R \cdot I^2 - R \cdot I^2 \cos 2(\omega t + \psi_i) \quad (2.45)$$

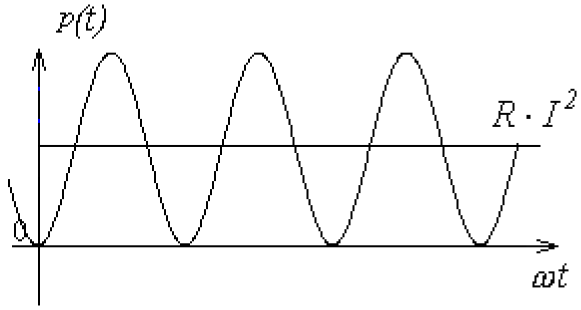


рис. 2.19

Активная мощность:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt = I^2 R \quad (2.46)$$

Используются также следующие понятия:

Полная мощность:

$$S = UI = IIZ = I^2 Z = I^2 R = P \quad (2.47)$$

Реактивная мощность:

$$Q = UI \sin\varphi = 0 \quad (2.48)$$

Идеальный ёмкостной C элемент в цепи синусоидального тока

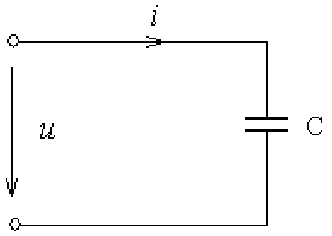
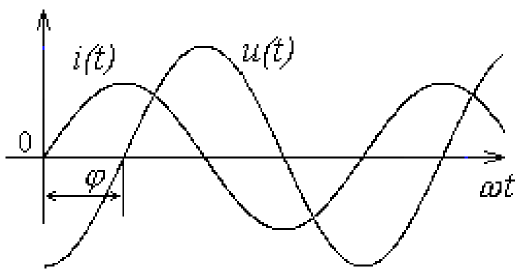


рис. 2.20

$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt} \quad \Rightarrow \quad u_C = \frac{1}{C}\int i\,dt$$

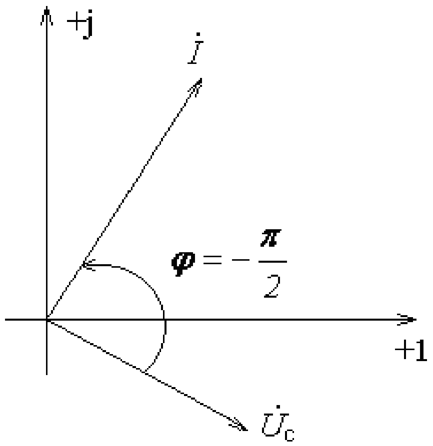
Если $i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$, то

$$u_C(t) = \frac{1}{C}\int I_m \sin(\omega t + \psi_i)dt = \frac{I_m}{\omega C}\sin(\omega t + \psi_i - \frac{\pi}{2})$$



$$U_{Cm} = I_m / \omega C, \quad U_C = I / \omega C \text{ и } \psi_u = \psi_i - \frac{\pi}{2}, \; \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\dot{U}_C = U_C \cdot e^{j\psi_u} = \frac{I}{\omega C} \cdot e^{j(\psi_i - \frac{\pi}{2})} = -j \cdot x_C \dot{I} \quad \text{где} \quad x_C = \frac{1}{\omega C}$$



$$\underline{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = -j \cdot x_C \Rightarrow X = -x_C < 0$$

$$P = 0, \; Q = X \cdot I^2 = -x_C \cdot I^2 = -Q_C = S$$

Идеальный индуктивный L элемент в цепи синусоидального тока

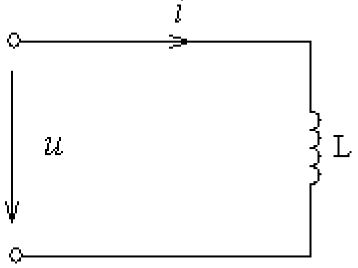
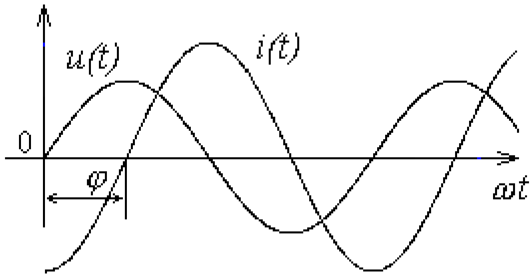


рис. 2.20

$$e_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{di}{dt} = -u_L \Rightarrow u_L = L\frac{di}{dt}$$

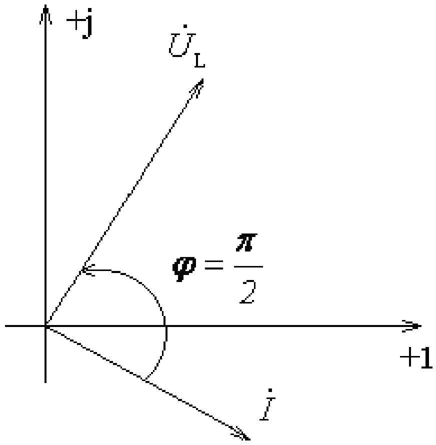
Если $i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$, то

$$u_L(t) = L\frac{d}{dt}I_m \sin(\omega t + \psi_i) = \omega L I_m \sin(\omega t + \psi_i + \frac{\pi}{2})$$



$$U_{Lm} = \omega L \cdot I_m, \; U_L = \omega L \cdot I \text{ и } \psi_u = \psi_i + \frac{\pi}{2}, \; \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{U}_L = U_L \cdot e^{j\psi_u} = \omega L \cdot I \cdot e^{j(\psi_i + \frac{\pi}{2})} = j \cdot x_L \dot{I} \text{, где } x_L = \omega L$$



$$\underline{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = j \cdot x_L \Rightarrow X = x_L > 0$$

$$P = 0, \; Q = X \cdot I^2 = x_L \cdot I^2 = Q_L = S$$