

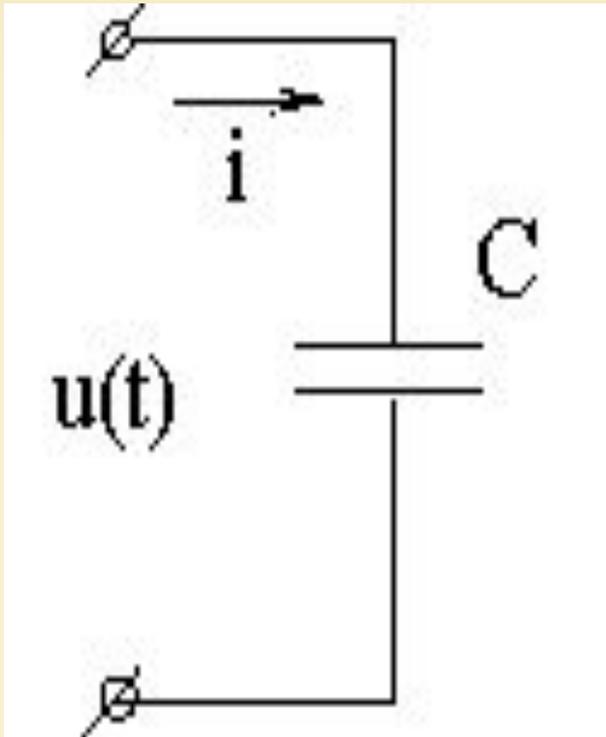
ОСНОВНЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ
ОДНОФАЗНЫХ
ЦЕПЕЙ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Элементы электрической цепи синусоидального тока

Основные свойства простейших цепей переменного тока

- Простейшие цепи – цепи, содержащие один элемент.

Участок цепи, содержащий ёмкость



- Зададим изменение тока в емкости по синусоидальному закону $i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$.
- Используем уравнением связи между током и напряжением в емкости и получим $u_c = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$

Участок цепи, содержащий ёмкость

- Соотношения будут равны если выполняется условие равенства амплитуд и фаз

$$U_{mC} = 1 / (\omega C) \cdot I_{mC}$$

$$\psi_u = \psi_i - 90^\circ$$

- Уравнение можно переписать для действующих значений

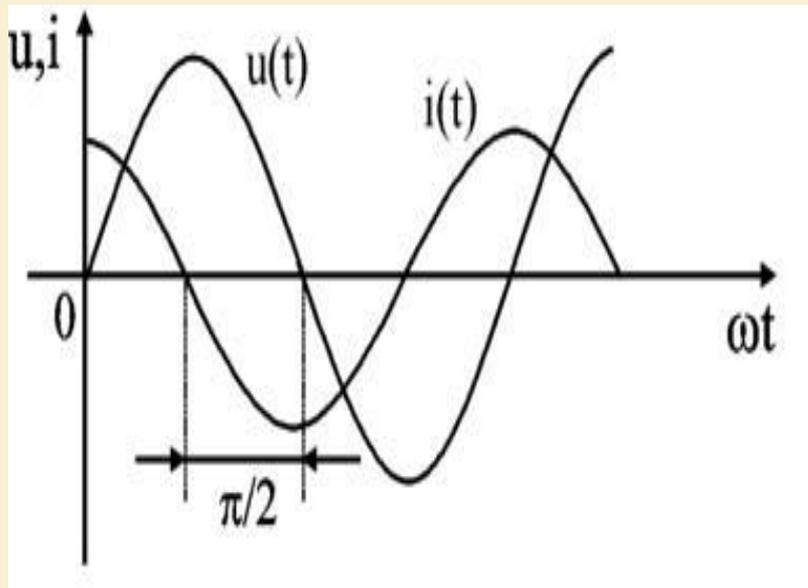
$$U_C = 1 / (\omega C) \cdot I_C$$

Уравнение показывает, что фаза напряжения в емкости отстает от фазы тока на 90°

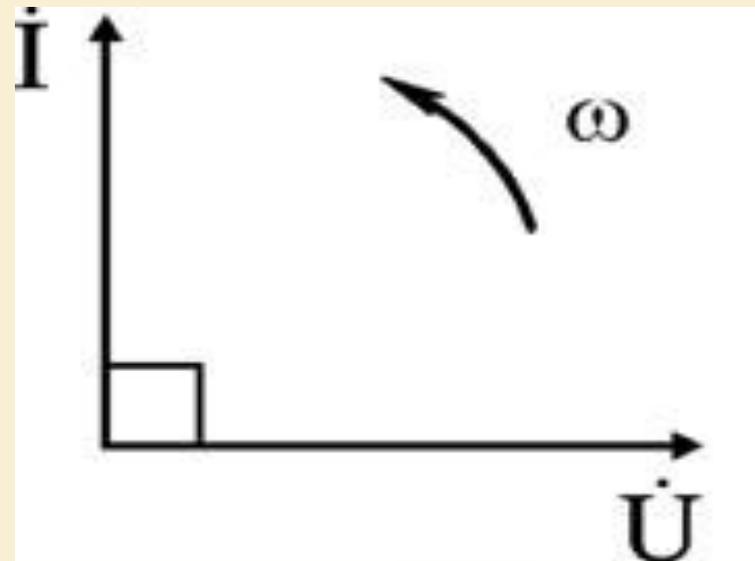
Величину $X_C = 1 / (\omega C)$ в уравнении называют емкостным сопротивлением цепи и измеряют его в Омах

Графически электрические процессы в емкости представлены

- на временной диаграмме



- на КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ



Сопротивления в цепи переменного тока

Для емкостного сопротивления выше была
получена формула $X_c = 1 / \omega C$

Единицей измерения емкостного
сопротивления является Ом.

Величина x_c зависит от частоты по обратно-
пропорциональному закону.

Просто реактивным сопротивлением цепи
называют величину $X = X_L - X_c$.

Сопротивления в цепи переменного тока

- **Полное сопротивление.**

Полным сопротивлением цепи называют величину

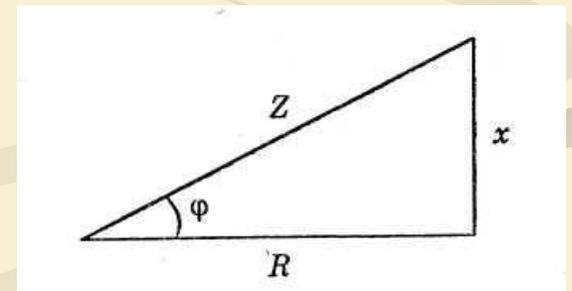
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Из этого соотношения следует, что сопротивления Z , R и X образуют треугольник: Z – гипотенуза, R и X – катеты. Для удобства в этом треугольнике рассматривают угол φ , который определяют уравнением

- $\varphi = \arctg ((X_L - X_C) / R)$ и называют углом сдвига фаз.

С учетом него можно дать дополнительные связи:

- $R = Z \cos \varphi$
- $X = Z \sin \varphi$



Элемент С (ёмкость)

- Известно, что в емкости соотношение фаз

$$\psi_u = \psi_i - 90^\circ.$$

Для мгновенной мощности получаем

$$p_C(t) = u(t) I(t) = (U_m I_m) / 2 \cdot \sin(2\omega t).$$

- Среднее значение за период здесь также равно нулю.
- По аналогии с индуктивностью вводят величину
$$Q_C = I^2 X_C$$
- которую называют реактивной (емкостной) мощностью.
- Единицей ее измерения также является ВАр.

Если в цепи присутствуют элементы R, L и C

то активная и реактивная мощности определяются уравнениями:

- $P = U I \cos \varphi$,
- $Q = Q_L - Q_C$,
- $Q = U I \sin \varphi$, где φ – угол сдвига фаз.

Вводят понятие полной мощности цепи

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

С учетом уравнений можно записать в виде

- $S = U I$.

Единицей измерения полной мощности является ВА
(вольт-ампер).

Задачи

- Через конденсатор емкостью $C=0,1$ мкФ проходит ток, действующее значение которого $I=50$ мА. Частота источника $f=500$ Гц. Определить действующее и амплитудное значения напряжения на конденсаторе и его сопротивление. Построить векторную диаграмму.