

Определение емкостного, индуктивного и полного сопротивления цепи

Конспектируйте, решайте задачи, фото мне на
почту krym.vr@att.edu.ru

Пишите свою *группу* и *тему занятия* в теме
письма.

Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока

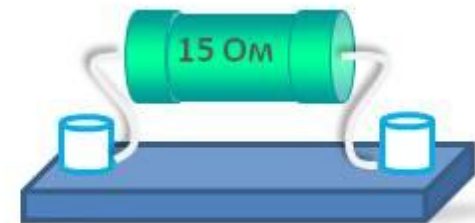
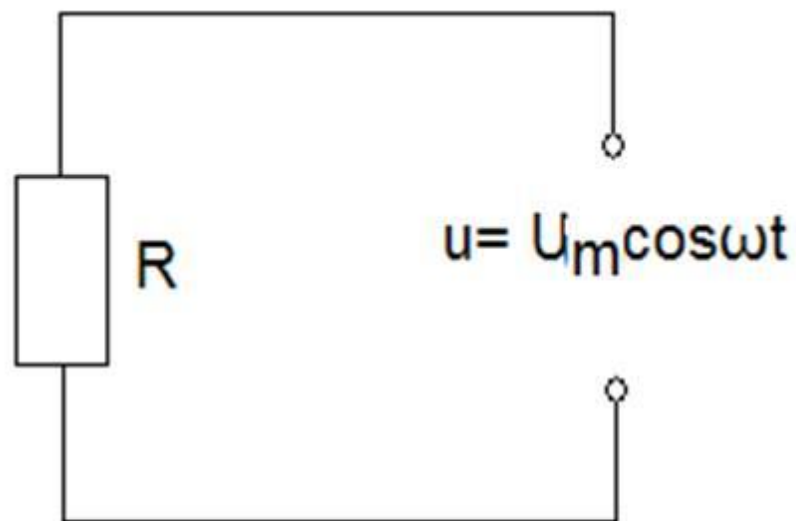
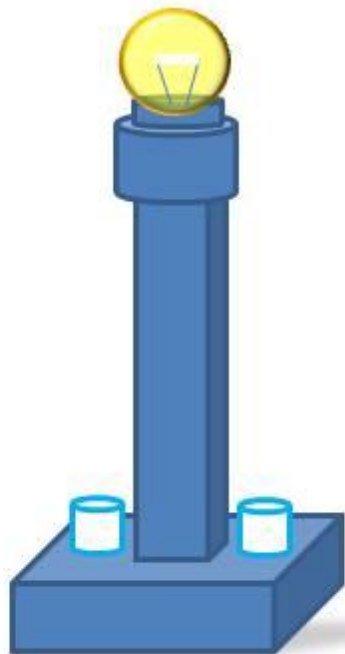
	R C L	
	в цепи переменного тока - 2	
		

© Краснополянская школа №1 Фомин Константин Михайлович 2006 год

MyShared

АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- Электрические устройства, преобразующие электрическую энергию во внутреннюю, называются активными сопротивлениями.



Циклическая (круговая) частота $\omega=2\pi f$,

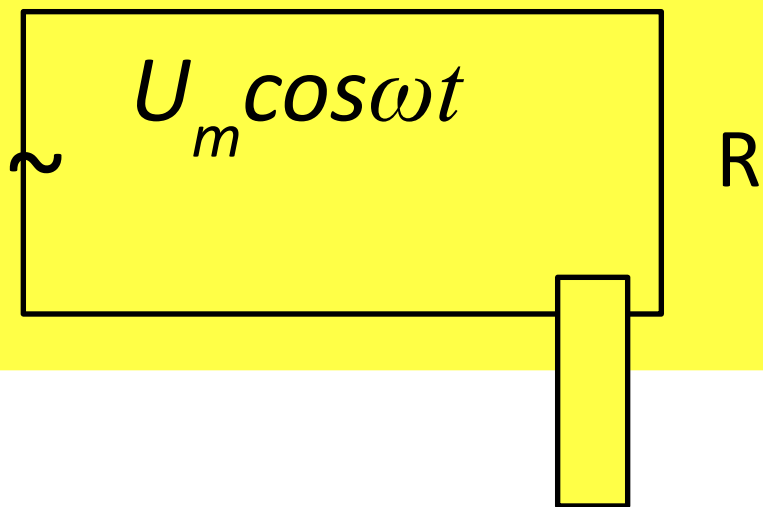
f — обычная частота колебаний.

Измеряется в герцах.

$f=50$ Гц — 50 колебаний в секунду.

1. Резистор в цепи переменного тока

Схема включения

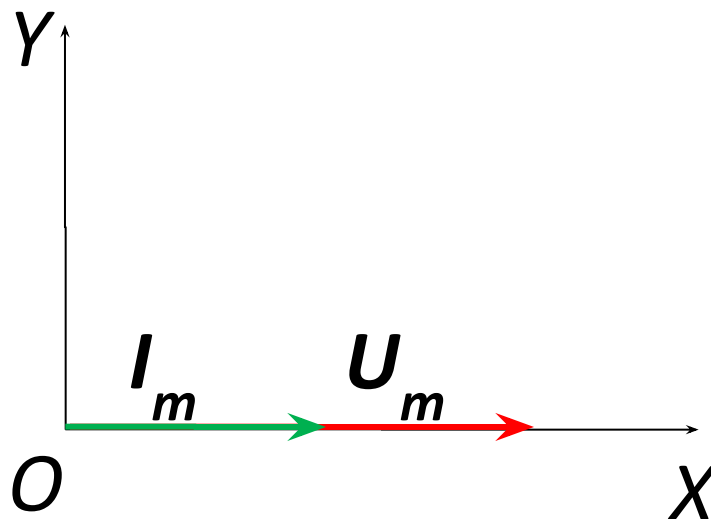
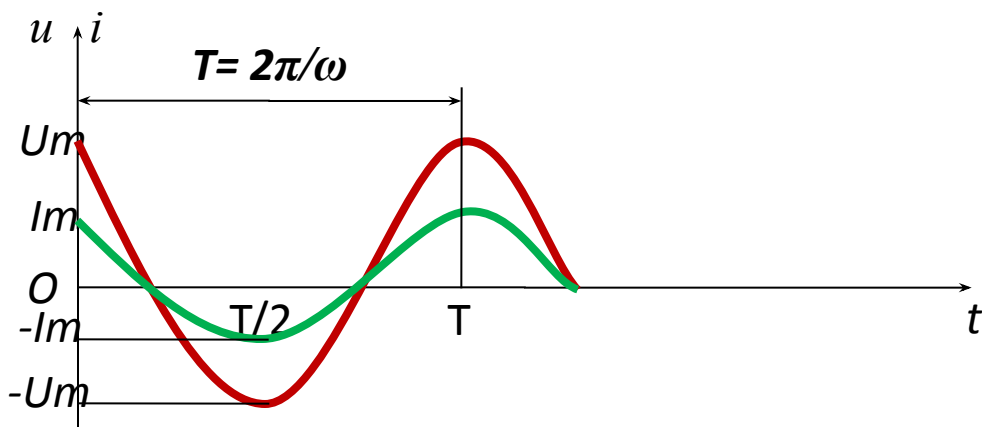


$$u = U_m \cos \omega t$$

$$i = \frac{u}{R} = U_m \cos \omega t$$

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

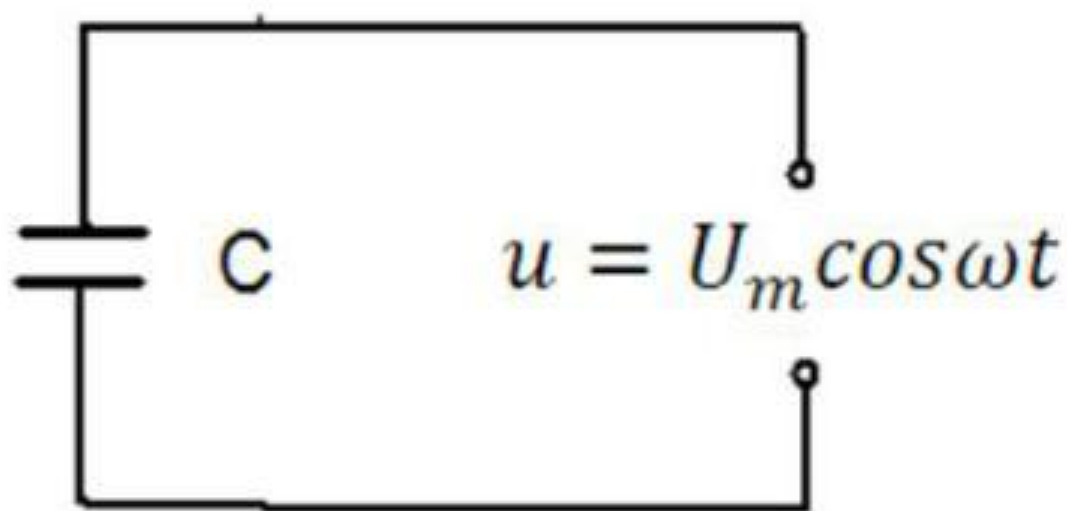
R – активное сопротивление



Напряжение и сила тока в резисторе совпадают по фазе в любой момент

ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

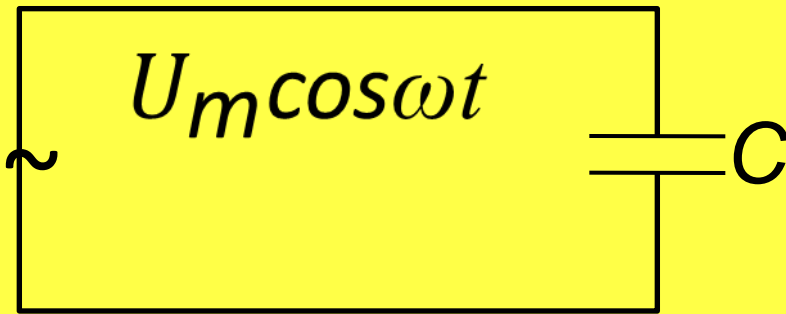
- Емкостное сопротивление - величина, характеризующая сопротивление, оказываемое переменному току электрической емкостью



3. Конденсатор в цепи переменного тока

тока

Схема включения



$$U_m \cos \omega t$$

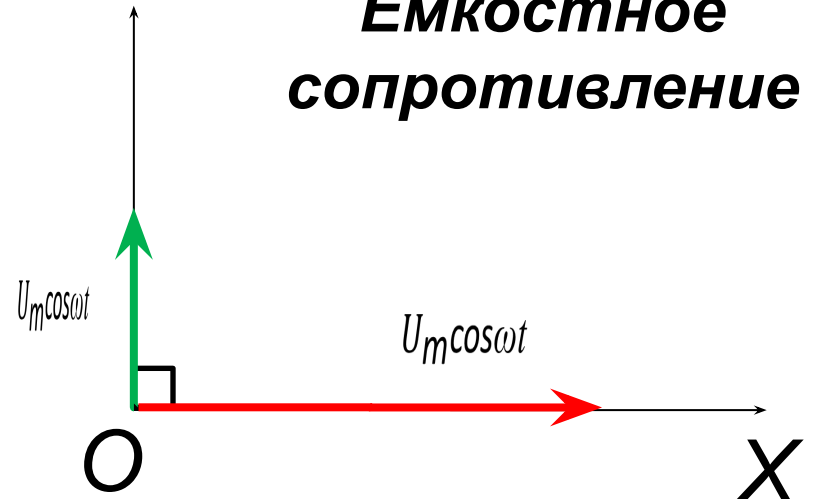
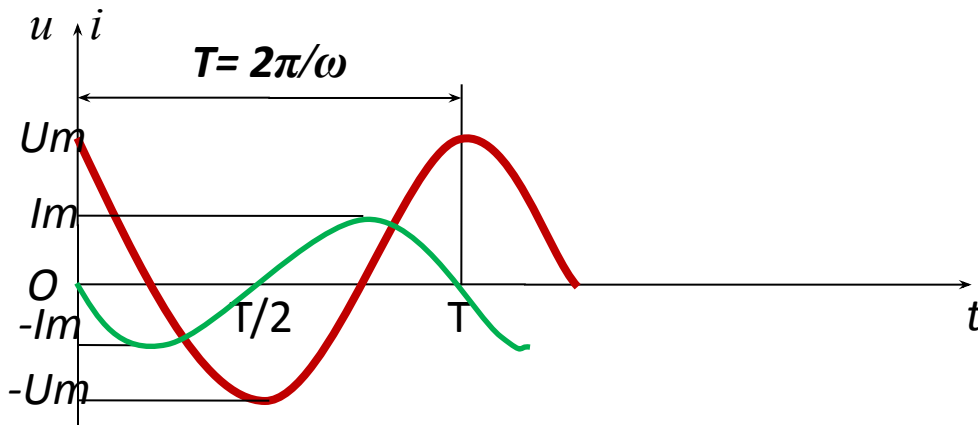
$$i = q' = (CU)' = CU_m (\cos \omega t)'$$

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

$$I_m = \frac{U_m}{x_c}$$

$$x_c = \frac{1}{\omega C}$$

**Ёмкостное
сопротивление**



**Сила тока через конденсатор опережает
напряжение на нем на $\pi/2$**

Проанализируем формулу емкостного сопротивления:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$$

Из формулы видно, что сопротивление конденсатора обратно пропорционально частоте протекающего тока и его емкости :

$$\nu \uparrow \Rightarrow X_C \downarrow$$

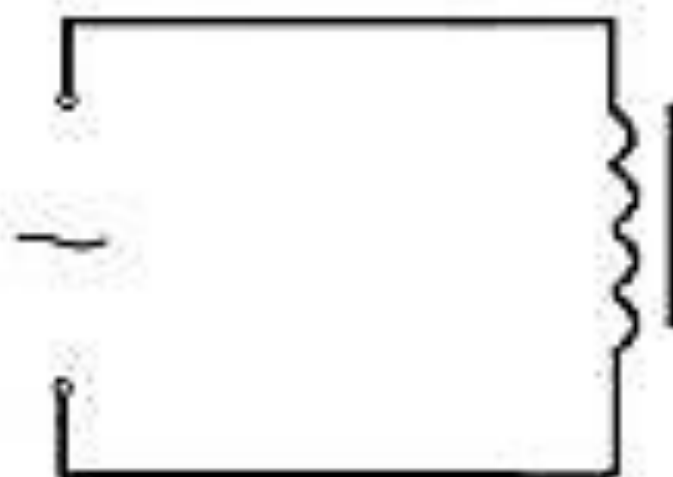
$$\nu = \infty \Rightarrow X_C = 0$$

$$\nu = 0 \Rightarrow X_C = \infty$$

Сопротивление конденсатора уменьшается с ростом частоты, значит конденсатор хорошо проводит высокочастотные колебания и плохо – низкочастотные, а постоянный ток вообще не проводит

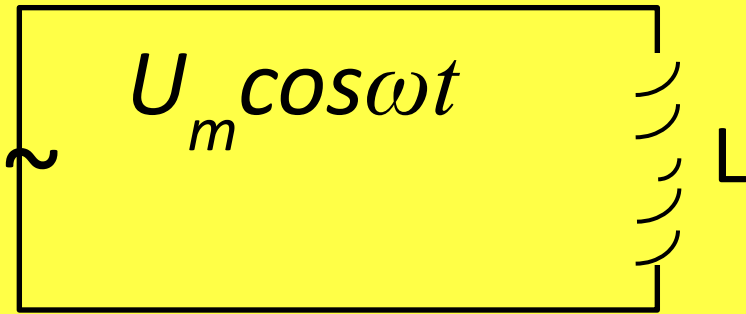
ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Индуктивное сопротивление- величина, характеризующее сопротивление, оказываемое переменному току индуктивностью цепи



5. Катушка индуктивности в цепи переменного тока

Схема включения



$$u = U_m \cos \omega t$$

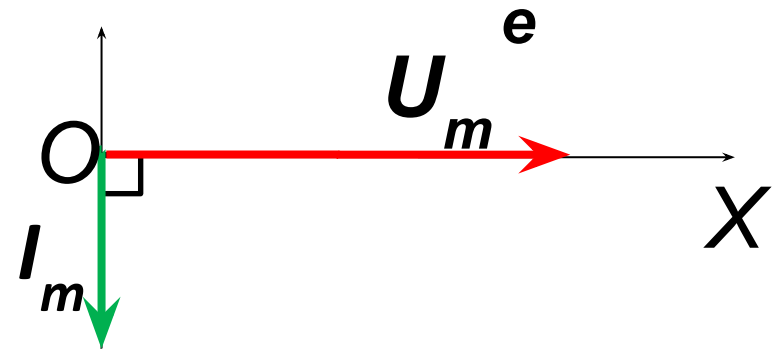
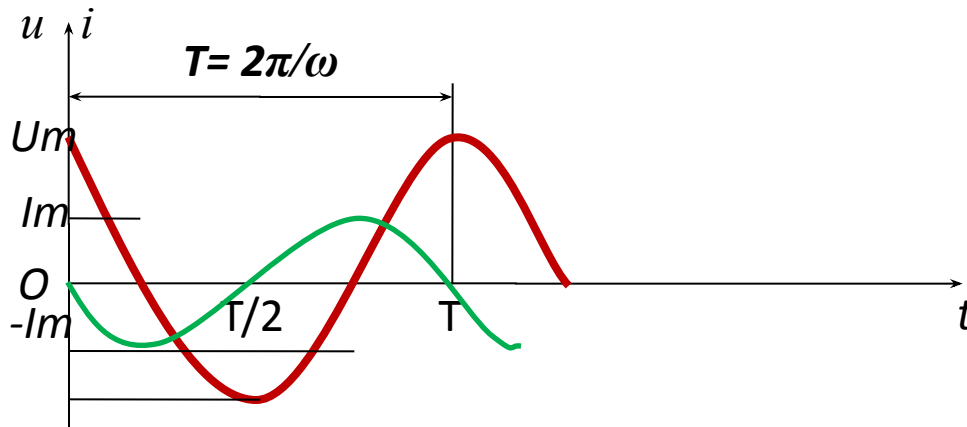
$$L i' = U_m \cos \omega t$$

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

$$I_m = \frac{U_m}{x_L}$$

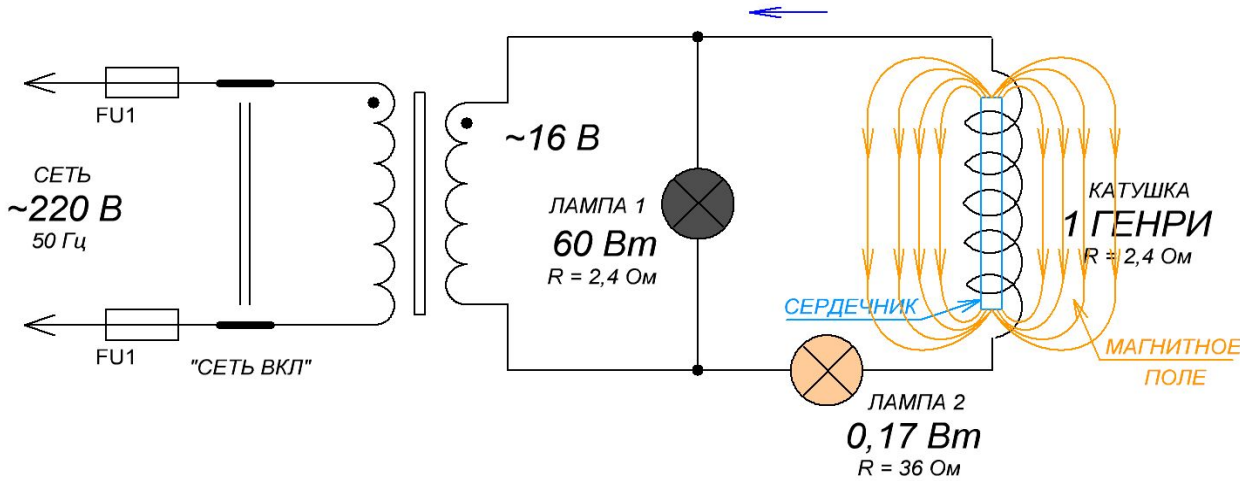
$$x_L = \omega L$$

**Индуктивное
сопротивление**



Колебания силы тока в катушке индуктивности отстают по фазе на $\pi/2$ от колебаний напряжения

Катушка в цепи переменного тока

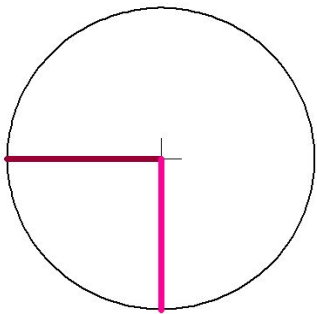


При работе катушки в цепи переменного тока из-за проявления свойств самоиндукции катушка оказывает сопротивление, которое зависит от индуктивности катушки и частоты колебаний.

Такое сопротивление называется индуктивным:

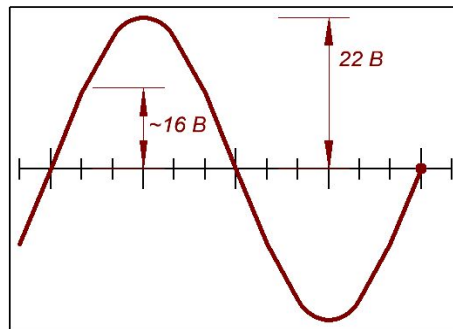
$$X_L = 2 \times \pi \times F \times L = 2 \times 3,14 \times 50 \text{ Гц} \times 1 \text{ Гн} = 314 \text{ Ом}$$

Указатель фазы напряжения и тока



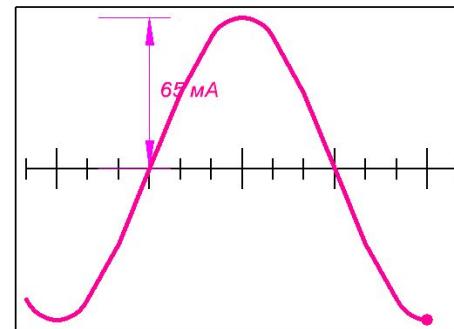
Фаза тока сдвинута на -90°

Напряжение на катушке (лампа 1)



Явление самоиндукции катушки препятствует изменению тока в цепи поэтому

Ток через катушку (лампа 2)



колебания силы тока через катушку отстают от колебаний напряжения на четверть периода, то есть на 90 градусов.

Проанализируем формулу индуктивного сопротивления:

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

Из формулы видно, что индуктивное сопротивление прямо пропорционально частоте протекающего тока и индуктивности

$$\nu \uparrow \Rightarrow X_L \uparrow$$

$$\nu = \infty \Rightarrow X_L = \infty$$

$$\nu = 0 \Rightarrow X_L = 0$$

Индуктивное сопротивление увеличивается с ростом частоты, значит катушка хорошо проводит низкочастотные колебания и плохо – высокочастотные, а для постоянного тока оно равно нулю

НАГРУЗКА В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

РЕАКТИВНАЯ

АКТИВНАЯ

Индуктивная

Емкостная

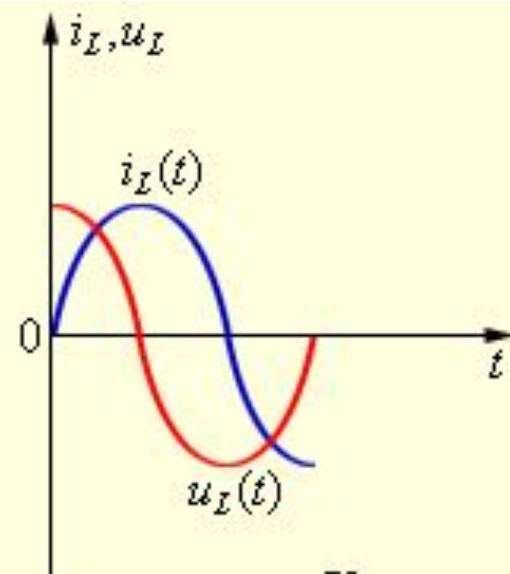
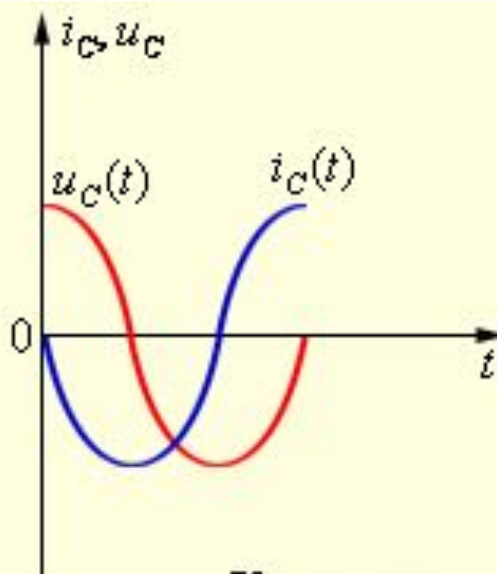
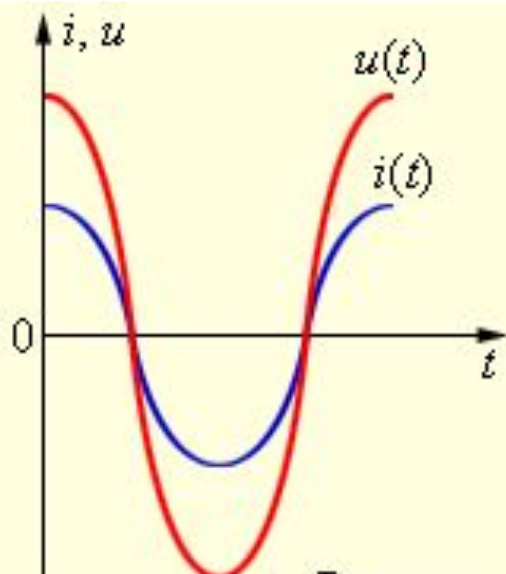
Итак:

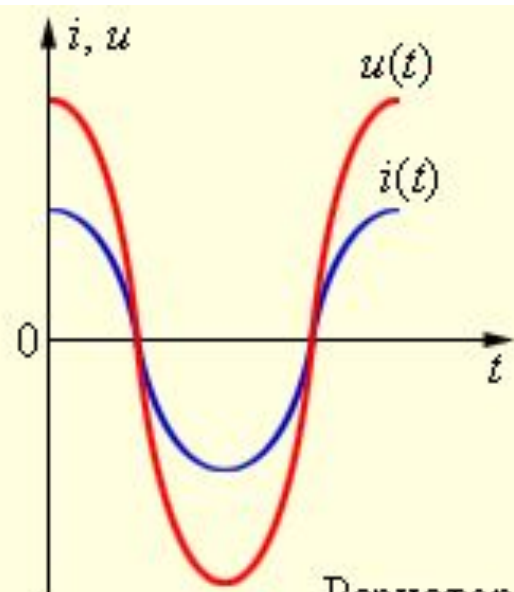
Активное сопротивление (резистор) нагревается и переводит энергию тока в тепло. Сопротивление (Ом) не зависит от частоты тока.

Реактивное сопротивление (конденсатор и катушка) не нагревается. Энергия не расходуется. Сопротивление току возникает из-за перезарядки конденсатора и явления самоиндукции в катушке. Сопротивление (тоже в Омах) зависит от частоты тока.

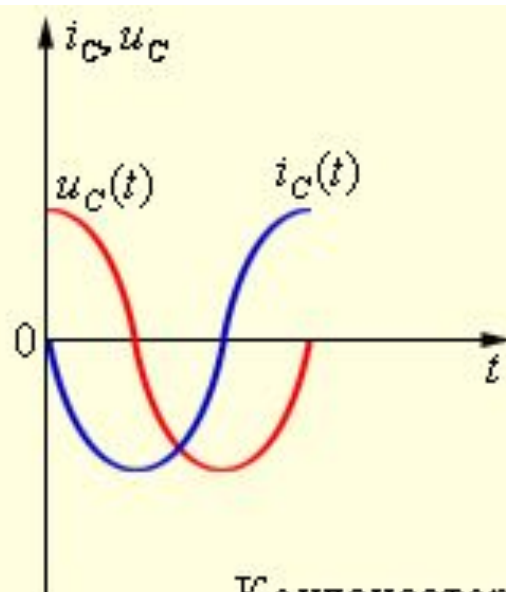
$U_m \cos \omega t$

По указанным графикам определите, что включено в цепь переменного тока

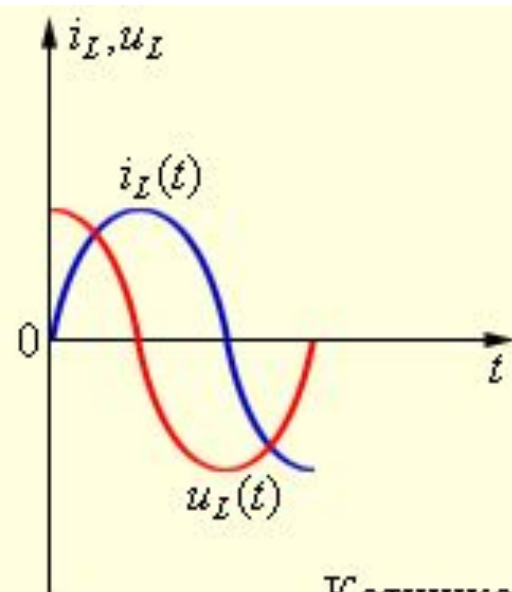




Резистор



Конденсатор



Катушка

Задача

Конденсатор включен в цепь переменного тока стандартной частоты с напряжением 220 В. Какова емкость конденсатора, если сила тока в цепи 2,5 А.

Дано:

$$I = 2,5 \text{ A}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$\nu = 50 \text{ Гц}$$

C - ?

Решение:

Емкость конденсатора можно найти, используя формулу емкостного сопротивления:

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi\nu X_C}$$

Емкостное сопротивление найдем по закону Ома:

$$X_C = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{2,5 \text{ А}} = 88 \text{ Ом}$$

Тогда емкость конденсатора:

$$C = \frac{1}{2\pi\nu X_C} = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 88} = 3,6 \times 10^{-5} \text{ Ф} = 36 \text{ мкФ}$$

Ответ: Емкость конденсатора 36 мкФ

Задачи для самостоятельного решения

- 1. Катушка с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока стандартной частоты. Сила тока в цепи 2 А. Определить напряжение на катушке, если её индуктивность 0,2Гн.**
- 2. Как изменится емкостное сопротивление воздушного конденсатора, если частота тока увеличится в 2 раза?**
- 3. Катушка с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение на катушке 120В. Определить силу тока в катушке, если её индуктивность 0,3Гн.**
- 4. Как изменится емкостное сопротивление воздушного конденсатора, если емкость конденсатора увеличить в 2 раза?**

Пример

969. Катушка с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока с частотой 50 Гц. При напряжении 125 В сила тока равна 2,5 А. Какова индуктивность катушки?

Решение. Действующие значения напряжения и силы тока в цепи индуктивностью L связаны соотношением

$$U = 2\pi\nu LI,$$

где ν — частота. Из этой формулы находим выражение для индуктивности катушки:

$$L = \frac{U}{2\pi\nu I}.$$

Вычисления:

$$L = \frac{125\text{В}}{6,28 \cdot 50\text{Гц} \cdot 2,5\text{А}} \approx 0,16 \text{ Гн.}$$

Ответ: $L \approx 0,16 \text{ Гн.}$

Домашнее задание.

Жданов Л.С. Физика (для СПО). §26.4
стр. 297-302.

Дмитриева В.Ф. Физика (для СПО).
§16.7 стр. 298-301.