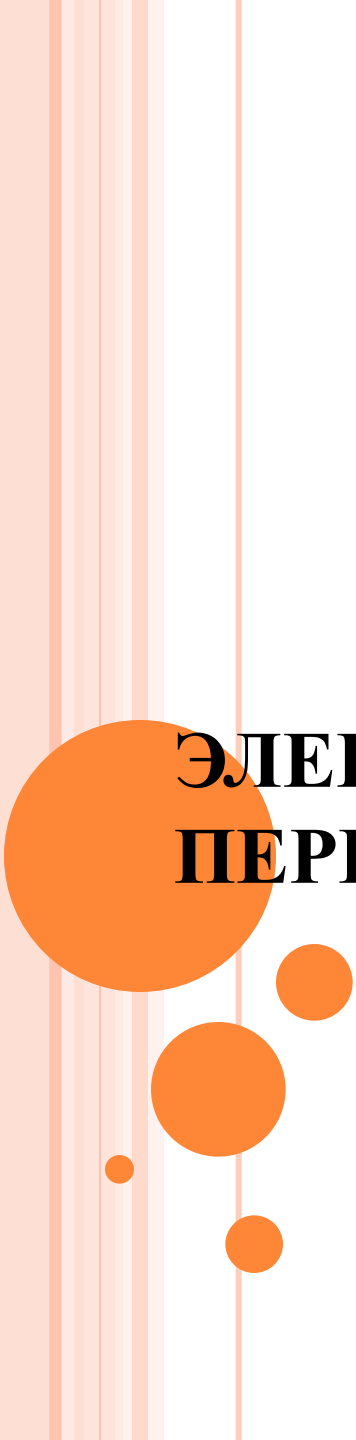


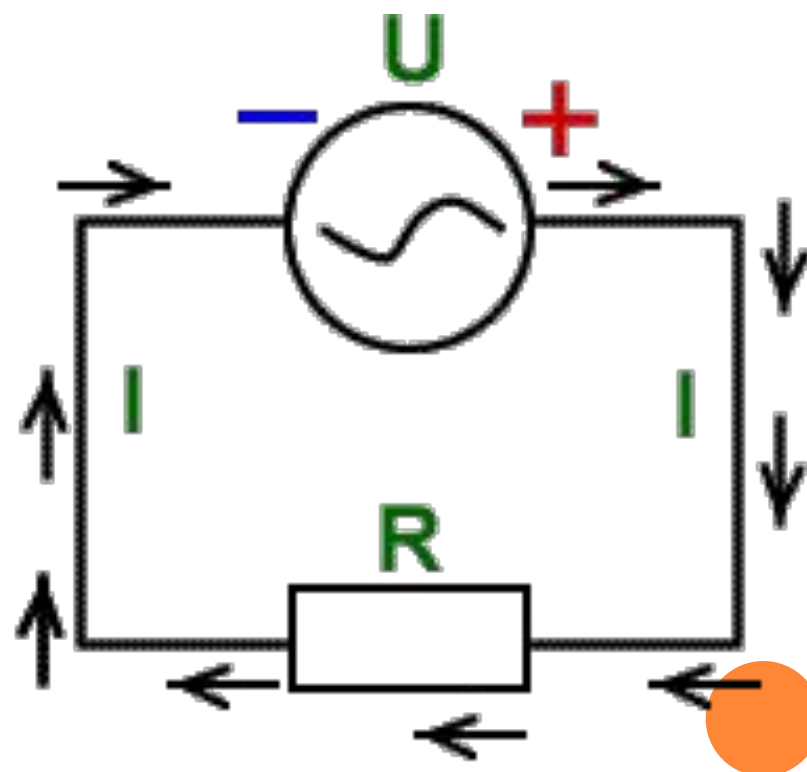
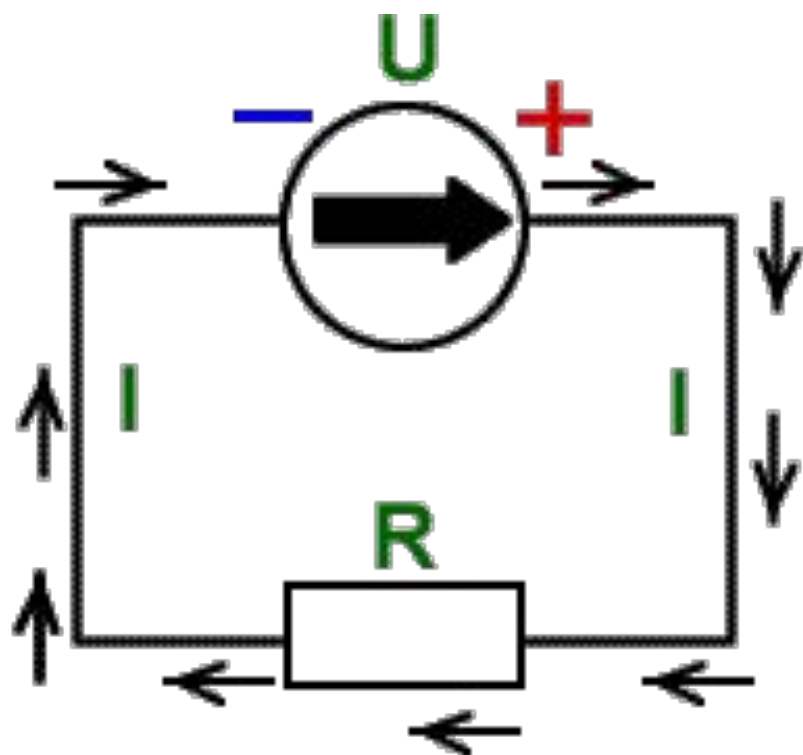


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- 1. Что называют электрическим током?
- 2. Какой ток называют постоянным?
- 3. В чём заключается явление электромагнитной индукции?
- 4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.



Переменным называется ток(или напряжение), периодически изменяющий своё направление и величину.

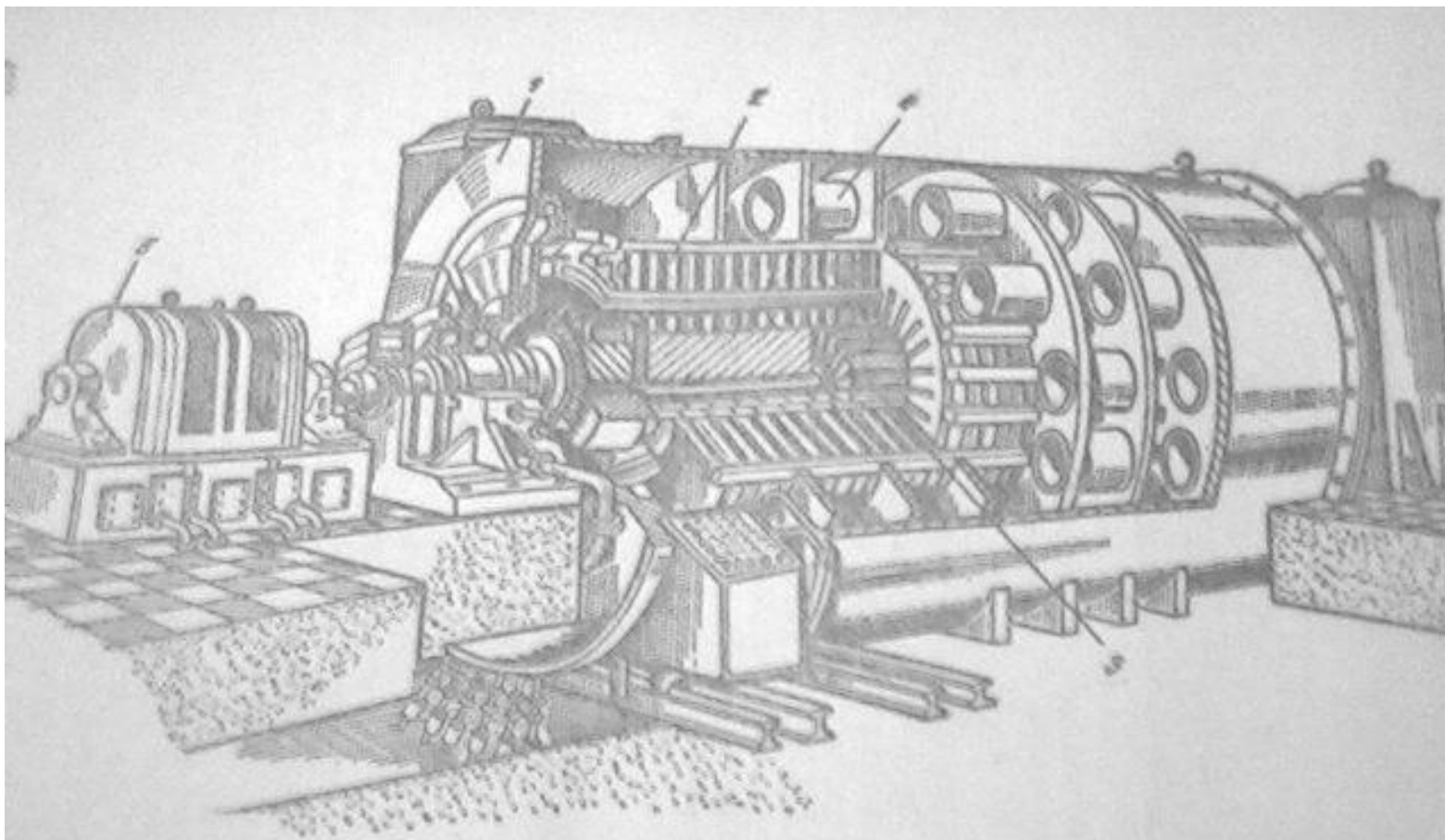


ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

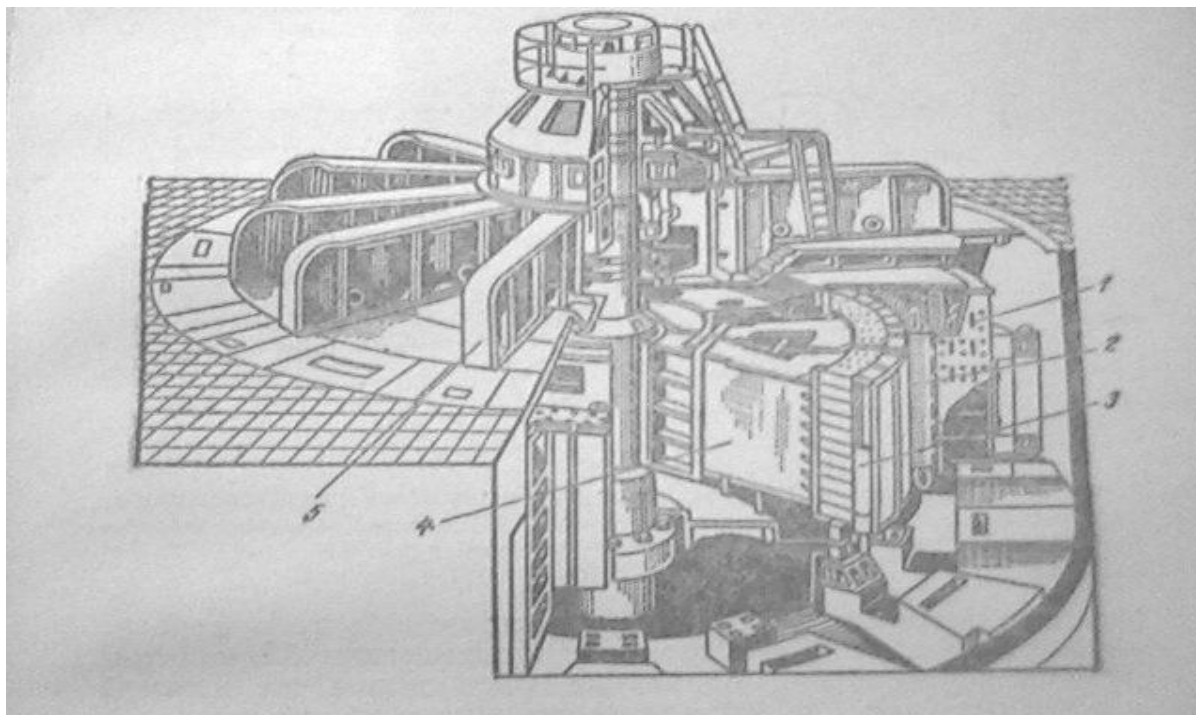
- 1.Экономичность производства, передачи и распределения.
- 2.Возможность преобразования напряжения (на переменном токе работают **трансформаторы**).
- 3.Самыми простыми и надёжными являются **двигатели** переменного тока.
- 4.Переменный ток – основа работы радиотехнических устройств.



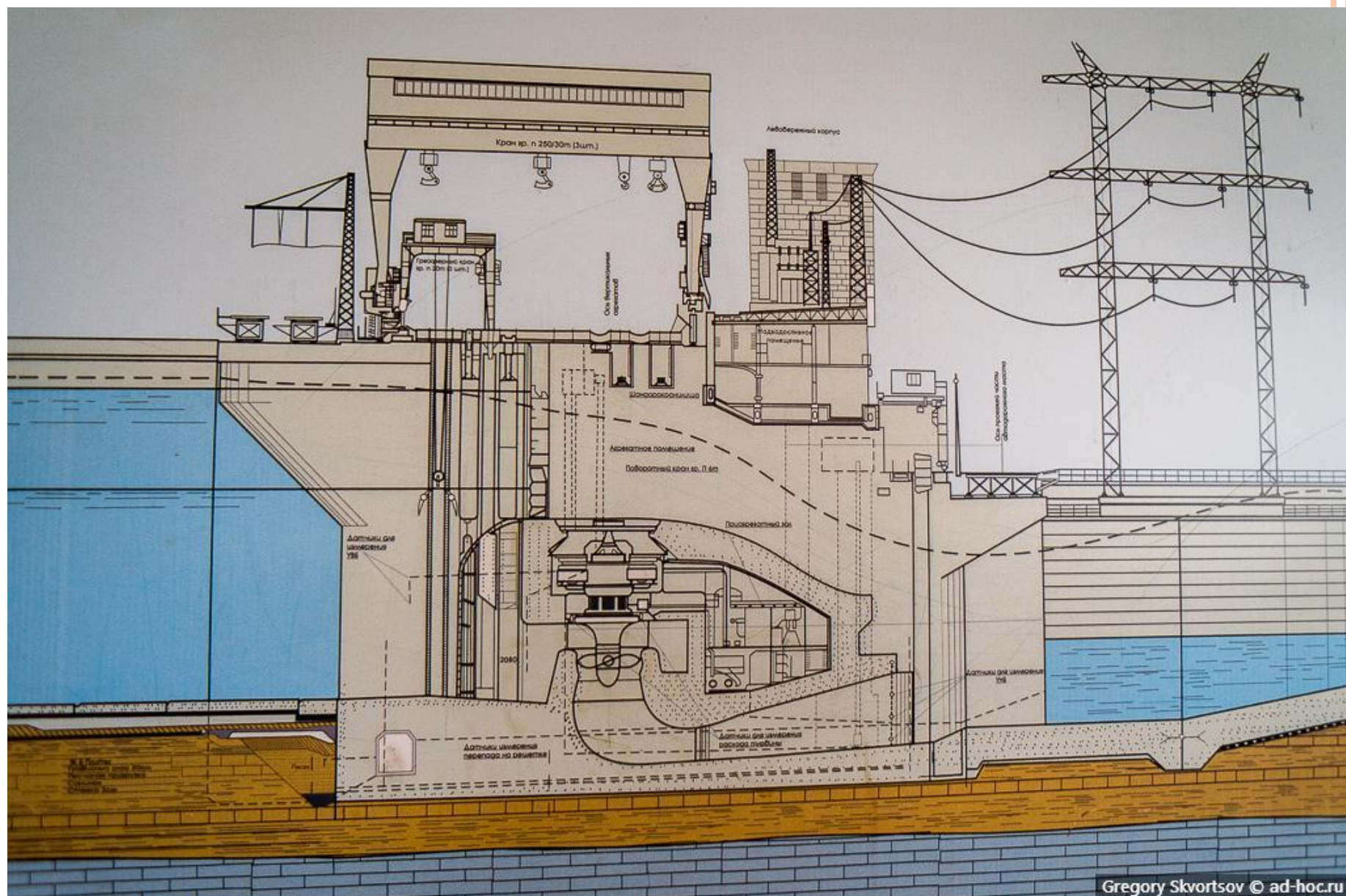
ТУРБОГЕНЕРАТОР



ГИДРОГЕНЕРАТОР

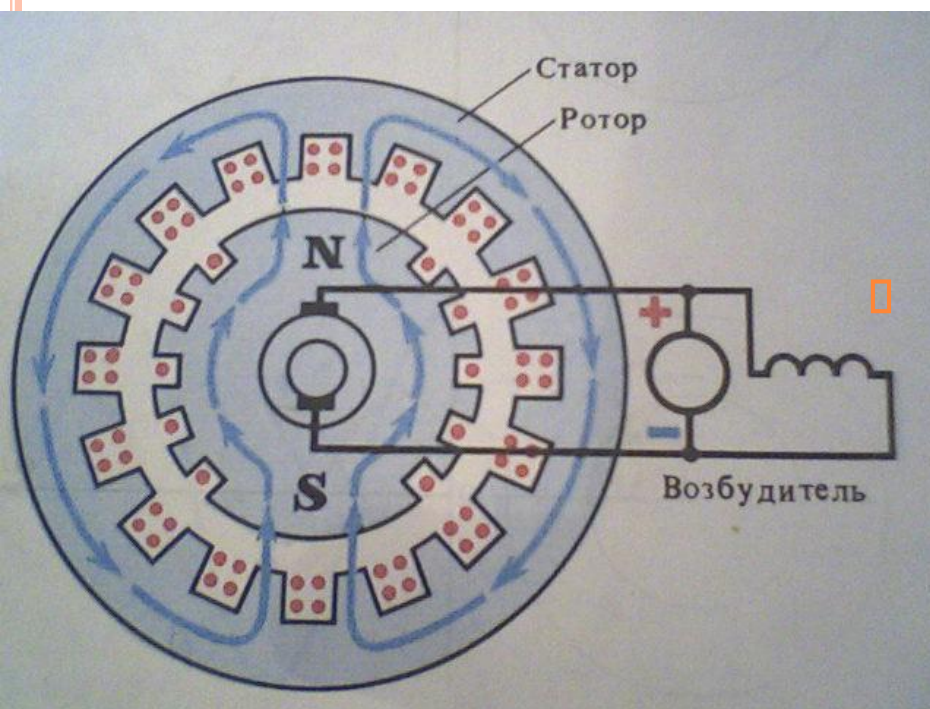


<https://zavodfoto.livejournal.com/2795924.html>



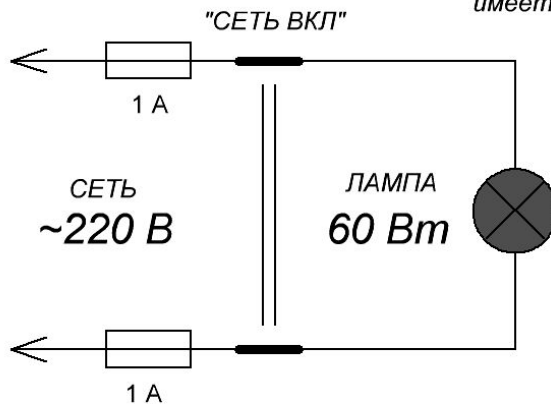
ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- Источниками переменного тока промышленной частоты (50Гц) служат генераторы
- При вращении ротора, магнитный поток, образованный его обмоткой пересекает проводники статора и наводит в них ЭДС.
- В зависимости от положения витка относительно полюсов меняется направление индуцированной ЭДС. (По правилу правой руки)



Переменный ток

Включенная лампа на 60 Ватт 220 Вольт
имеет сопротивление нити, равное 800 Ом



Чтобы приравнять действие переменного тока к постоянному вводится понятие "действующего" значения напряжения и тока.

Действующее значение равно среднему значению за период

Максимальное значение за период называется амплитудным

Для синусоидальной формы, они связаны соотношением:

$$U_{\text{действ.}} = U_{\text{ампл.}} \times 0,707$$

$$U_{\text{ампл.}} = U_{\text{действ.}} \times 1,414$$

Переменный ток периодически меняет своё направление.
Для электроосветительной сети ~220В 50Гц это происходит 50 раз за одну секунду.

Изменение напряжения в сети происходит по синусоидальному закону.

Чтобы точно знать, в какой момент времени происходит тот или иной процесс, нам понадобится указатель фазы. Угол поворота и будет указывать на текущую фазу.

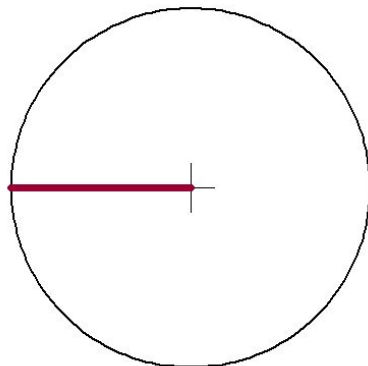
Действующий ток в цепи:

$$I_{\partial} = \frac{U_{\partial}}{R} = \frac{220 \text{ В}}{800 \text{ Ом}} = 0,27 \text{ А}$$

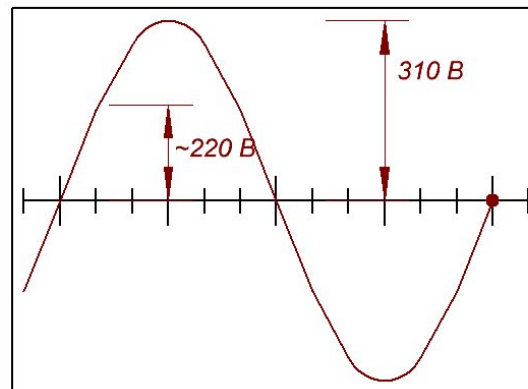
Средняя мощность в цепи:

$$P_{\text{ср}} = U_{\partial} \times I_{\partial} = 220 \text{ В} \times 0,27 \text{ А} = 60 \text{ Вт}$$

Указатель фазы

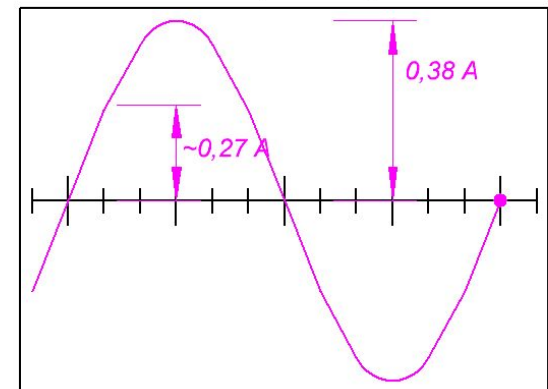


Напряжение на лампе



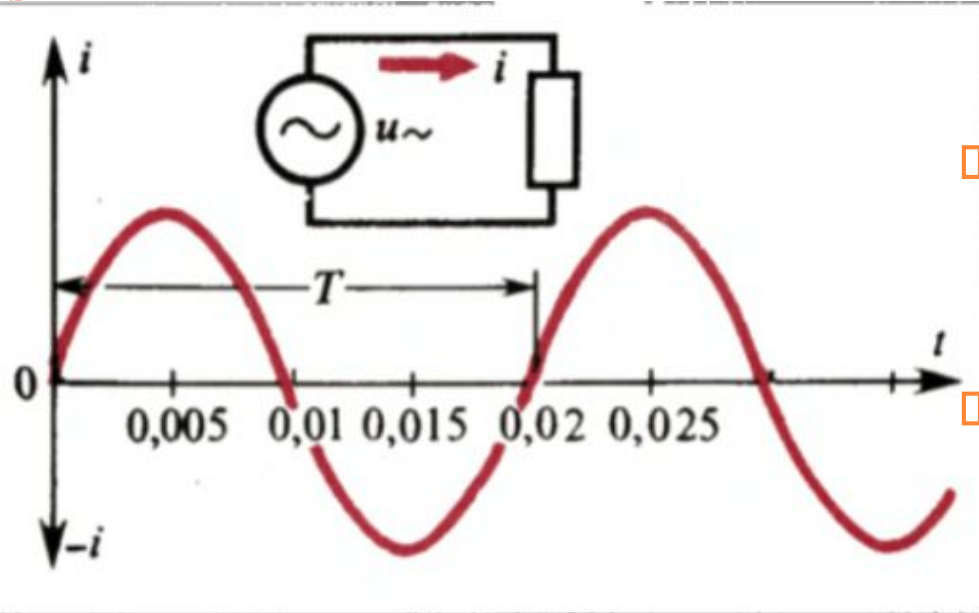
Амплитудное (пиковое) значение = 310 В
Действующее (среднее) значение = 220 В

Ток через лампу



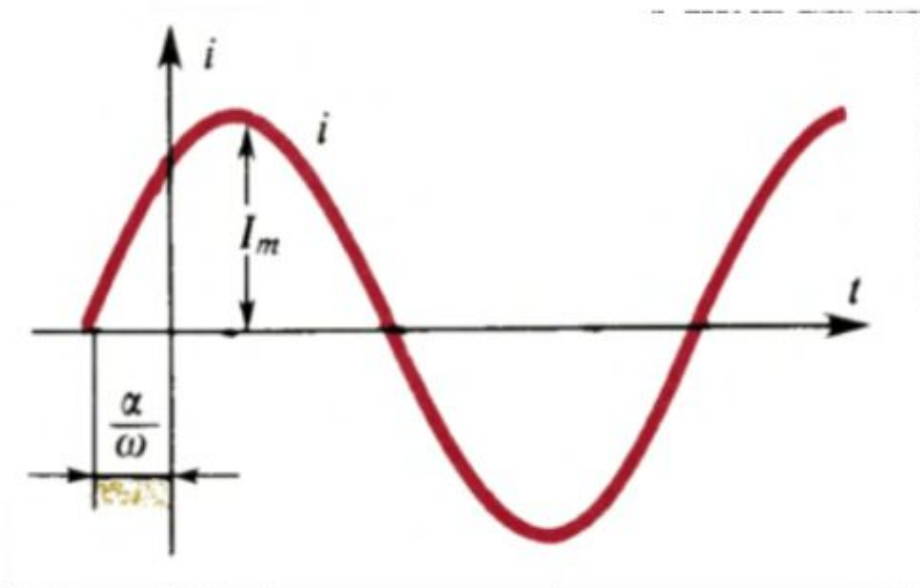
Амплитудное (пиковое) значение = 0,38 А
Действующее (среднее) значение = 0,27 А

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ



□ I_m, U_m, E_m - амплитуда тока, напряжения, ЭДС, (т.е. наибольшее значение)

□ i, u, e - мгновенные (т.е. в данный момент времени) значения тока, напряжения, ЭДС

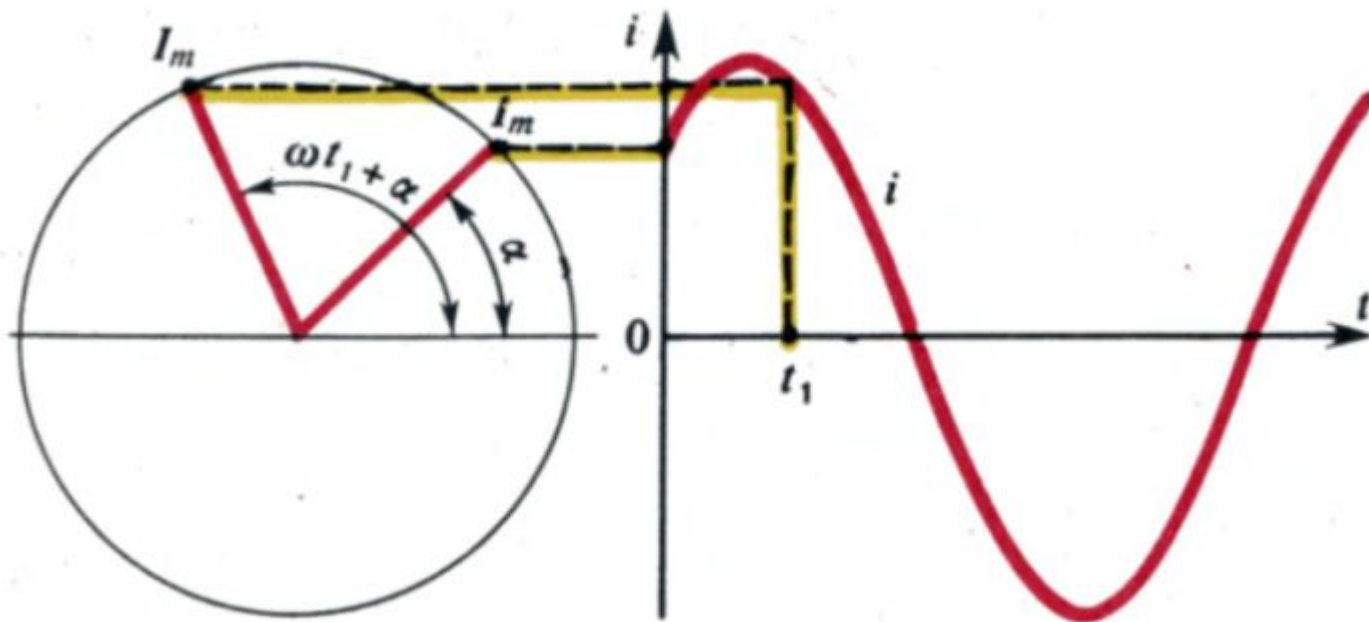


- **T**-период колебания, т.е. наименьший интервал времени, по истечении которого, значение периодической величины повторяется, (измеряется в сек) .
- **f=1/T**-частота переменного тока, число периодов в секунду, измеряется в Гц(Герц).

(частота э/технических устройств стандартная. В России 50Гц, в США 60Гц.)

- **$\omega=2\pi f$** -циклическая частота или угловая скорость (количество колебаний/сек), измеряется в радианах(рад/сек)





α - начальная фаза переменного тока
(радианы или градусы)



ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- Графическая
- Тригонометрическая
- Векторная диаграмма



ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

$$\square \quad i = I_m \bullet \sin(\omega t + \alpha_i)$$

– мгновенное значение тока

$$\square \quad u = U_m \bullet \sin(\omega t + \alpha_u)$$

– мгновенное значение напряжения

$$\square \quad e = E_m \bullet \sin(\omega t + \alpha_e)$$

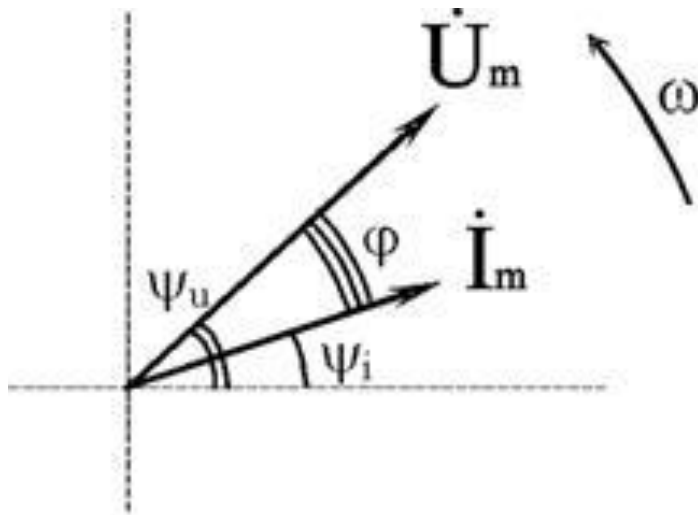
– мгновенное значение ЭДС



ВЕКТОРНАЯ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Графически синусоидальные величины изображаются в виде вращающегося вектора
Предполагается вращение против часовой стрелки с частотой вращения ω .

Величина вектора в заданном масштабе представляет амплитудное значение.



Использование векторных диаграмм позволяет существенно упростить анализ цепей переменного тока, сделать его простым и наглядным.

Мгновенное значение тока $i = 4\sin(314t - \pi)$ А. Верно, что его ...

период $T = 0,02$ с

комплексная амплитуда $\underline{I}_m = -4$ А

частота $f = 60$ Гц

действующее значение $I = 4\sqrt{2}$ А



ЗАДАЧИ

- Построить в одной системе координат графики мгновенных значений переменного тока частотой 50Гц, амплитуда первого 1А, второго 3А, третьего 5А.
- Построить в одной системе координат графики мгновенных значений переменного тока частотой 25Гц, 50Гц, 100Гц, амплитуда 3А.



ЗАДАЧИ

- 1. Чему равна начальная фаза переменного тока, если в первый момент времени мгновенное значение составляет $0,1 \text{ А}$, а амплитудное значение $0,8 \text{ А}$?
- 2. Период переменного тока составляет 2 мс , а начальная фаза равна 60° . Определить моменты времени, в которые ток принимает амплитудные значения.



1.ТОК , КОТОРЫЙ МЕНЯЕТ СВОЮ ВЕЛИЧИНУ И НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИ...

- а)импульсный
- б)постоянный
- в)переменный



2. ЧИСЛО ПЕРИОДОВ В СЕКУНДУ...

- а) амплитуда
- б) частота
- в) циклическая частота



3. МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИНУСОИДАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

- а) период
- б) частота
- в) амплитуда



4. НАИМЕНЬШИЙ ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ, ПО ИСТЕЧЕНИИ КОТОРОГО, ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПОВТОРЯЕТСЯ...

- а) амплитуда
- б) период
- в) частота



5.ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ПРЕОБРАЗУЮЩАЯ МЕХАНИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ...

- а)генератор
- б)трансформатор
- в)двигатель



6. НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В ПРОВОДНИКЕ С ТОКОМ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПРАВИЛОМ...

- а)правилом буравчика
- б)правилом правой руки
- в)правилом левой руки



7.ПРОМЫШЛЕННАЯ ЧАСТОТА ТОКА В РОССИИ...

- а) 50Гц
- б) 60Гц
- в) 100Гц



8. ПЕРИОД КОЛЕБАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОБОЗНАЧАЕТСЯ...

- ☐ а) T
- ☐ б) f
- ☐ в) I_m



9. АМПЛИТУДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА...

- а) T
- б) f
- в) I_m



10. ЧАСТОТА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОБОЗНАЧАЕТСЯ...

- а) T
- б) f
- в) I_m



ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

□ 1в, 2б, 3в, 4б, 5а, 6а, 7а, 8а,
9в, 10б.

Критерии оценок

10 – «5» баллов

8,9- «4» балла

7- «3» балла

6 и менее- «2» балла



ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

- За основу для измерения переменного тока положено сравнение его теплового действия с тепловым действием постоянного тока. Такая сила тока называется **действующим значением**

$$\square U = U_m / \sqrt{2}$$

$$\square I = I_m / \sqrt{2}$$

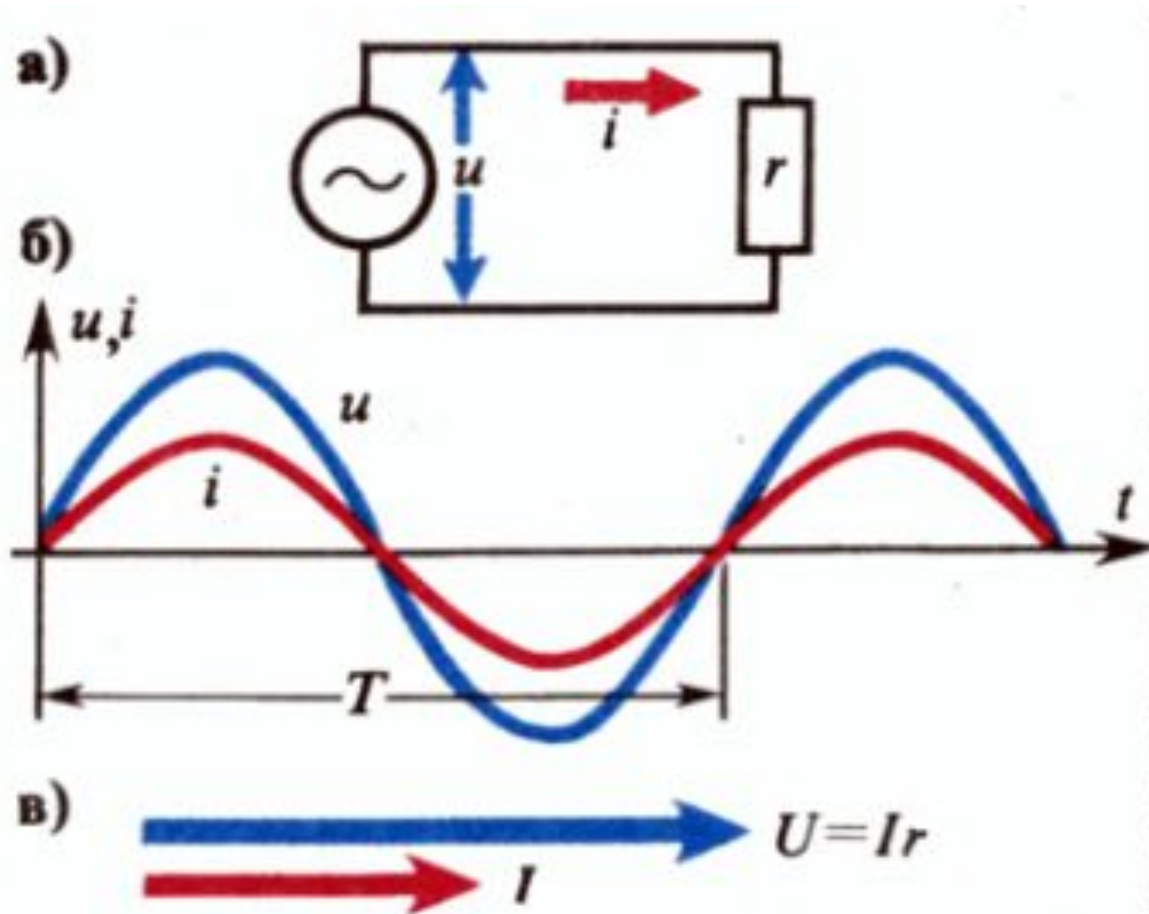
$$\square E = E_m / \sqrt{2}$$



НАПРИМЕР, ЕСЛИ ИЗМЕРЯЕМЫЙ
ТОК, ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЯСЬ,
НАГРЕВАЕТ НЕКОТОРОЕ
СОПРОТИВЛЕНИЕ ТАК, КАК ЕГО
НАГРЕЛ БЫ ПОСТОЯННЫЙ ТОК В 5 А,
СЛЕДОВАТЕЛЬНО
ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 5А



ЦЕПЬ, СОДЕРЖАЩАЯ АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ



- Закон Ома
- $I = U/r$

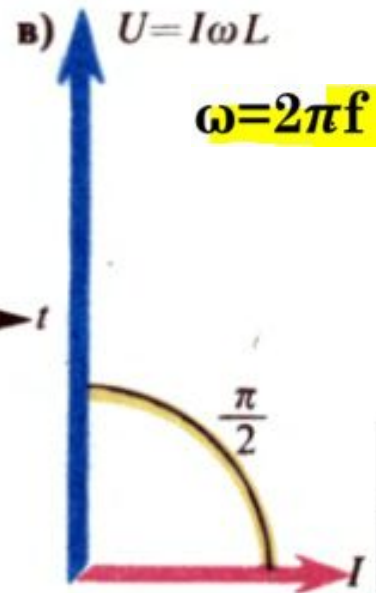
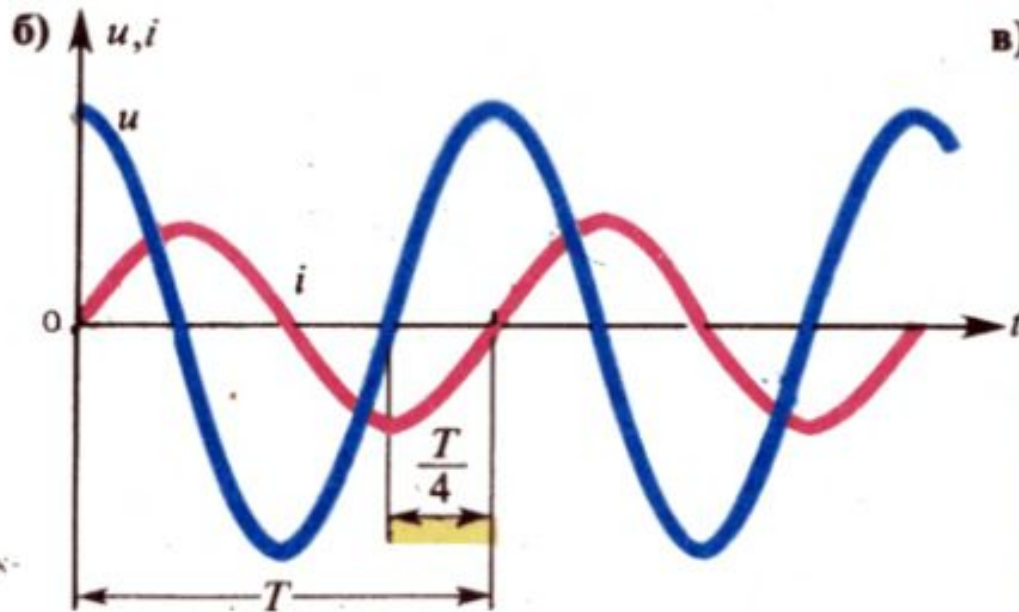
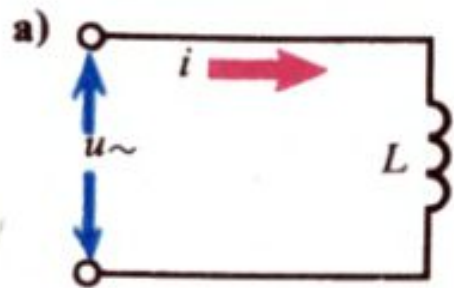


Следовательно,

- если внешняя цепь содержит лишь активное сопротивление, то напряжение, приложенное к этой цепи, и ток, проходящий в ней, совпадают по фазе.



ЦЕПЬ, СОДЕРЖАЩАЯ ИНДУКТИВНОСТЬ



57.

Цепь переменного тока,
содержащая только
индуктивность:

a — схема, *б* — волновая, *в* — векторная диаграммы

- **T**-период колебания, т.е. наименьший интервал времени, по истечении которого, значение периодической величины повторяется, (измеряется в сек) .
- **f=1/T**-частота переменного тока, число периодов в секунду, измеряется в Гц(Герц).

$$I = U / X_L$$

(частота э/технических устройств стандартная. В России 50Гц, в США 60Гц.)

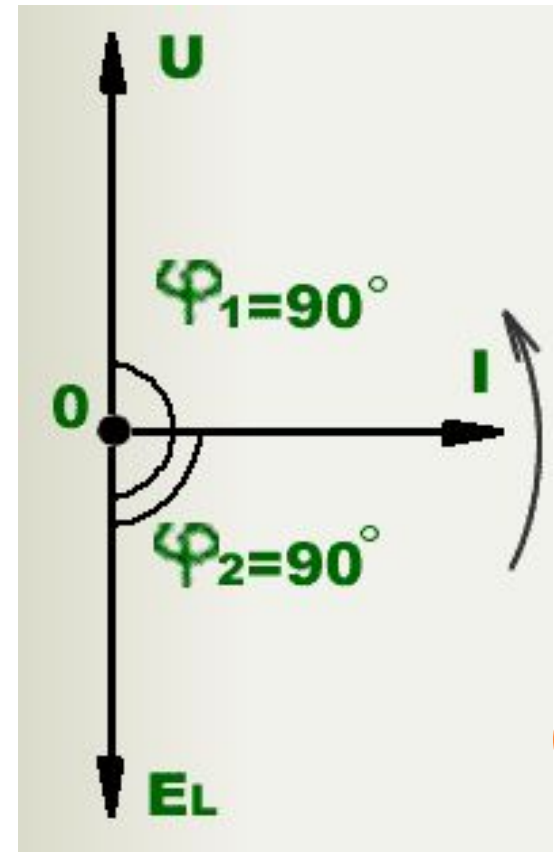
- **$\omega = 2\pi f$** -циклическая частота или угловая скорость (количество колебаний/сек), измеряется в радианах(рад/сек)

Следовательно,

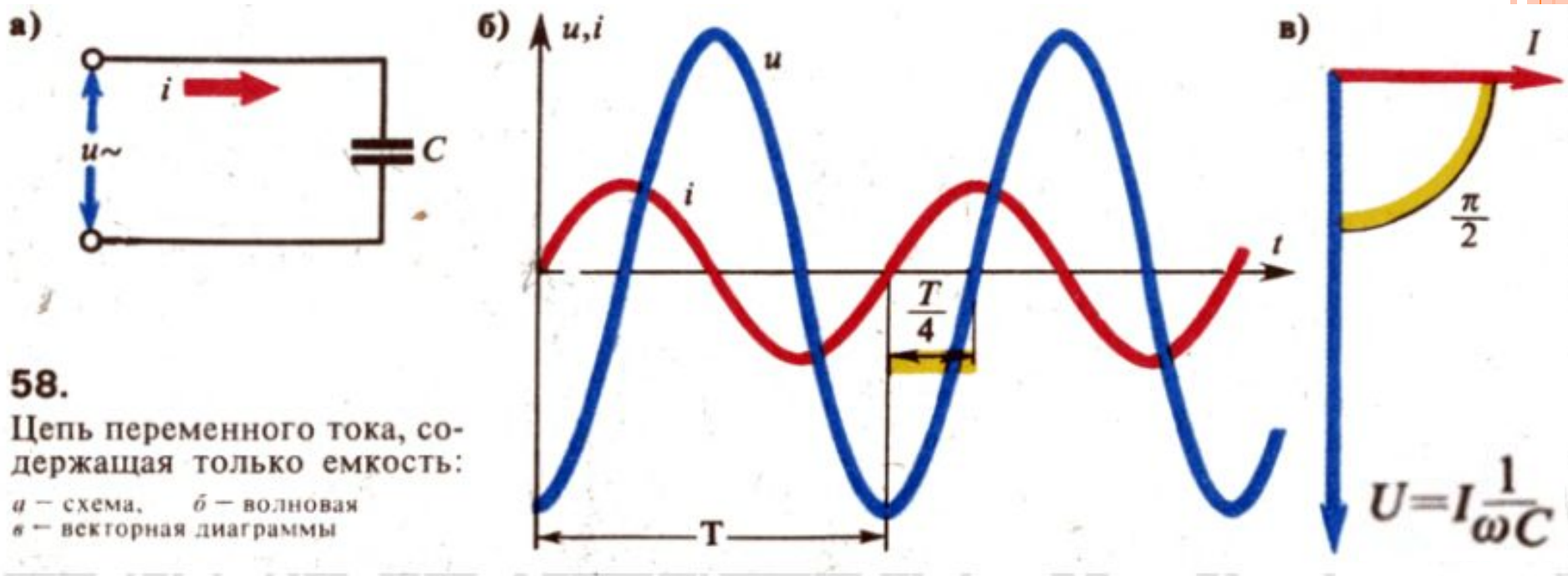
□ через индуктивность проходит
переменный ток
и отстает по фазе от приложенного
напряжения на четверть периода
 $(\pi/2 = 90^\circ)$.



Векторная диаграмма показывает, что
в цепи с индуктивностью без
активного сопротивления
напряжение, приложенное
к этой цепи, опережает
ток по фазе на угол
 $\varphi_1 = 90^\circ$,
причем ток также
опережает ЭДС самоиндукции
по фазе на угол
 $\varphi_2 = 90^\circ$.



ЦЕПЬ, СОДЕРЖАЩАЯ ЁМКОСТЬ



$$\omega = 2\pi f$$

□ Закон Ома

□ $I = U \cdot 2\pi f C,$

где $X_c = 1/2\pi f C$ — емкостное сопротивление

$$I = U / X_c$$



□ Следовательно,

□ через емкость проходит переменный ток
и опережает по фазе приложенное
напряжение на четверть периода
 $(\pi/2 = 90^\circ)$.

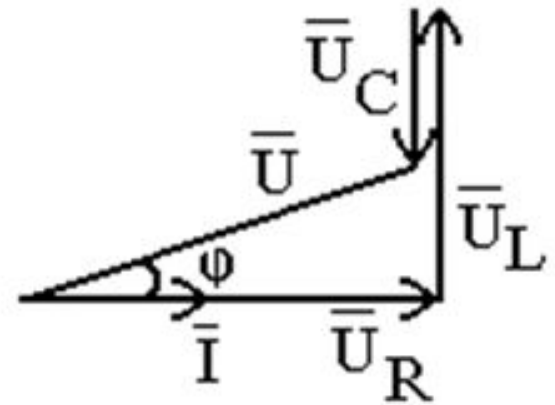
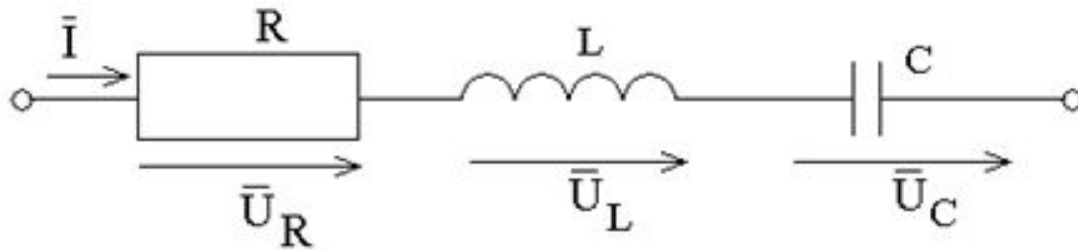


ПОЛНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

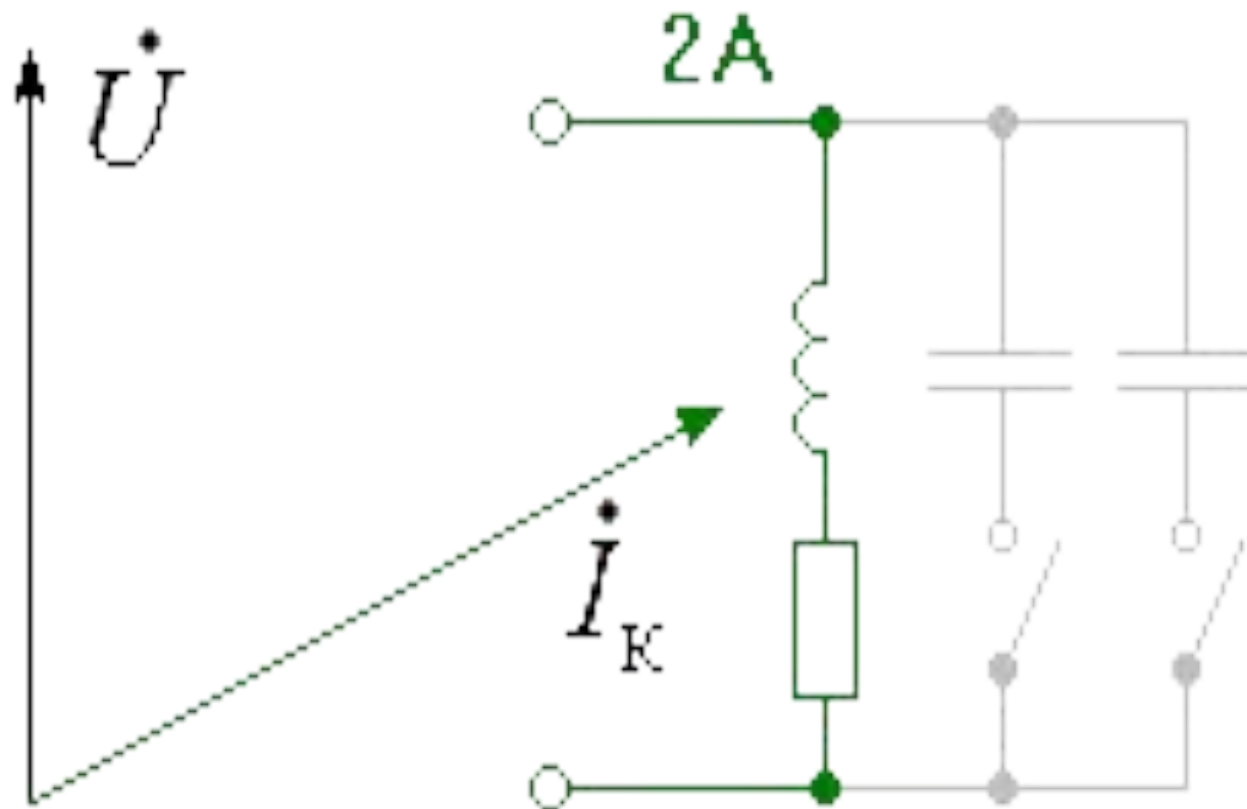
- Цепь содержит: активное, индуктивное и емкостное сопротивления

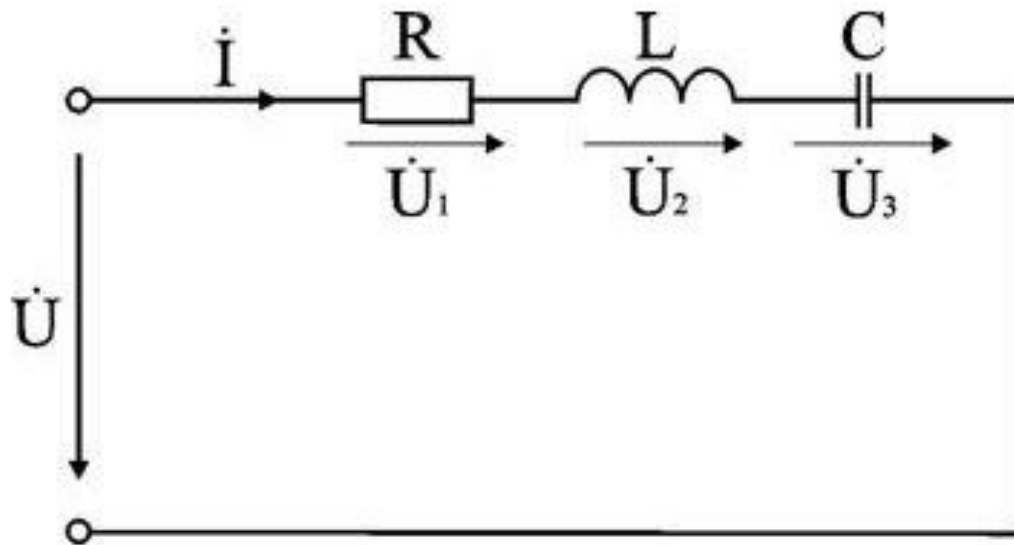
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Z - полное сопротивление цепи



ИНДУКТИВНО-ЕМКОСТНАЯ НАГРУЗКА





- Задача 1. Электрическая цепь, показанная на рис. 6.8, питается от источника синусоидального тока с частотой 200 Гц и напряжением 120 В. Дано: $R = 4$ Ом, $L = 6,37$ мГн, $C = 159$ мкФ.
- Вычислить ток в цепи, напряжения на всех участках, активную, реактивную, и полную мощности. Построить векторную диаграмму, треугольники сопротивлений и мощностей.



АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 1

- 1. Вычисление сопротивлений участков и всей цепи
- Индуктивное реактивное сопротивление
- $X_L = 2\pi f L = 2 \times 3,14 \times 200 \times 6,37 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.}$
- Емкостное реактивное сопротивление
- $X_C = 1 / (2\pi f C) = 1 / (2 \times 3,14 \times 200 \times 159 \cdot 10^{-6}) \text{ Ом.}$
- Реактивное и полное сопротивления всей цепи:
- $X = X_L - X_C = 3 \text{ Ом;}$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ Ом.}$$



- 2. Вычисление тока и напряжений на участках цепи
- Ток в цепи
- $I = U / Z = 120 / 5 \text{ A}.$
- Напряжения на участках:
- $U_1 = R I = 96 \text{ В}; U_2 = X_L I = 192 \text{ В}; U_3 = X_C I = 120 \text{ В}.$



- 3. Вычисление мощностей
- Активная мощность
- $P = R I^2 = U_1 I = 2304 \text{ Вт.}$
- Реактивные мощности:
- $Q_L = X_L I_2 = U_2 I = 4608 \text{ ВАр; } Q_C = X_C I_2 = U_3 I = 2880 \text{ ВАр.}$
- Полная мощность цепи

$$S = UI = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2} = 2880 \text{ ВА.}$$

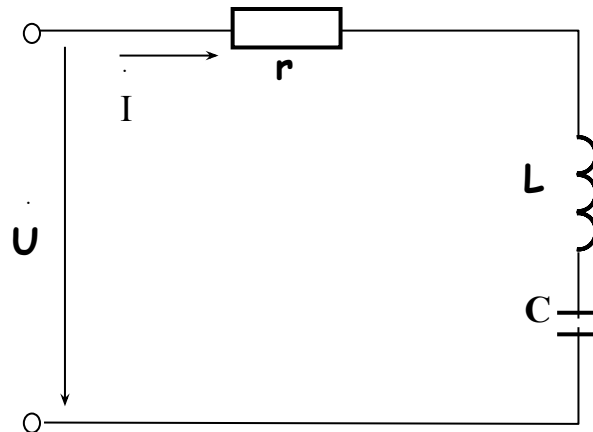




Резонанс напряжений

В неразветвленной цепи R-L-C при равенстве реактивных сопротивлений $X_L = X_C$ наступает резонанс напряжений.

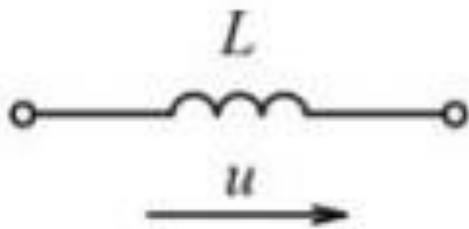
- Полное сопротивление принимает минимальное значение, равное активному сопротивлению: $Z = R$.
- Падения напряжений U_L и U_C находятся в противофазе. При резонансе $U_L = U_C$ равны между собой и приобретают максимальное значение. Ток в цепи имеет наибольшее значение $I = U/R$ и совпадает по фазе с напряжением, то есть $\varphi = 0$ и коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$.



В цепях синусоидального тока активными являются сопротивления _____ элементов.

- ☐ индуктивных
- ☐ резистивных
- ☐ индуктивно связанных
- ☐ емкостных

ЗАДАЧА



При частоте $f = 50 \text{ Гц}$ и $L = 0,159 \text{ Гн}$ индуктивное сопротивление $X_L = \text{_____} \text{ Ом}$.



ЗАДАЧИ

4. Вольтметр электромагнитной системы, подключенный к выводам ЭЦ переменного тока, показывает 220 В. Чему равно амплитудное значение напряжения ЭЦ?

5. Дроссель пускорегулирующей аппаратуры для люминесцентных ламп имеет индуктивность 1,3 Гн. Вычислите его индуктивное сопротивление на промышленной частоте 50 Гц.

6. При частоте 50 Гц емкостное сопротивление конденсатора равно 318 Ом. Вычислите емкость конденсатора.



ЗАДАЧИ:

- Чему равно амплитудное значение силы тока в цепи, если амперметр показывает 5А.
- К промышленной цепи переменного тока напряжением 220В подключен электродвигатель (активно-индуктивная нагрузка). Активное сопротивление 10 Ом. Найти полное сопротивление нагрузки и её индуктивность, если действующее значение тока 10А.



ЗАДАЧА

- К промышленной цепи переменного тока напряжением 380В подключена активно-емкостная нагрузка. Активное сопротивление 15 Ом. Найти полное сопротивление нагрузки и её ёмкость, если действующее значение тока 16А.



1. ЗА ОСНОВУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИНЯТО СРАВНЕНИЕ ЕГО ...

- а) химического действия
- б) намагничивающего действия
- в) теплового действия



2. АМПЛИТУДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПО СРАВНЕНИЮ С ДЕЙСТВУЮЩИМ...

- а) больше в $\sqrt{2}$ раз
- б) меньше в $\sqrt{2}$ раз
- в) равно $\sqrt{2}$



3. ТОК И НАПРЯЖЕНИЕ СОВПАДАЮТ ПО ФАЗЕ НА ...

- а) на активном сопротивлении
- б) на индуктивном сопротивлении
- в) на емкостном сопротивлении



4.ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ...

- а) $X_c = 1/2\pi fC$
- б) $Z = \sqrt{r^2 + (x_l - x_c)^2}$
- в) $X_L = 2\pi fL$



5. ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ...

□ а) $X_c = 1/2\pi fC$

□ б) $Z = \sqrt{r^2 + (x_l - x_c)^2}$

□ в) $X_L = 2\pi fL$



6. ПОЛНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ...

□ а) $X_c = 1/2\pi fC$

□ б) $Z = \sqrt{r^2 + (x_l - x_c)^2}$

□ в) $X_L = 2\pi fL$



7.ТОК ОПЕРЕЖАЕТ НАПРЯЖЕНИЕ...

- а) на активном сопротивлении
- б) на индуктивном сопротивлении
- в) на емкостном сопротивлении



8.ТОК ОТСТАЕТ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ...

- а) на активном сопротивлении
- б) на индуктивном сопротивлении
- в) на емкостном сопротивлении



9. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ...

- а) Гн (Генри)
- б) Гц (Герц)
- в) Ф (Фарада)



10.ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ...

- а) Гн(Генри)
- б) Гц(Герц)
- в) Ф (Фарада)



ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

□ 1в, 2а, 3а, 4в, 5а, 6в, 7в, 8б, 9а, 10в



3. Электрические цепи переменного тока

3.1. Основные характеристики переменного синусоидального тока

Переменный ток - это ток, изменяющий свое значение и направление с течением времени.

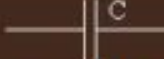
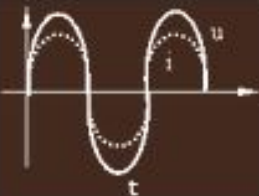


№	Наименование	Определение	Обозначение и единицы измерения	Расчетная формула
1.	Мгновенное значение	Это значение напряжения или силы тока в конкретный момент времени	u / i В (вольт) А (ампер)	$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$ $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$
2.	Амплитуда	Это максимальное значение напряжения или силы тока	U_m / I_m В / А	$U_m = U\sqrt{2}$ $I_m = I\sqrt{2}$
3.	Действующее значение	Это значение напряжения или силы тока, которые показывают электроизмерительные приборы	U / I В / А	$U = 0,707 U_m = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ $I = 0,707 I_m = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
4.	Период	Это промежуток времени, за который напряжение или ток совершают одно полное колебание	T с (секунда)	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$
5.	Частота	Это величина, обратная периода, показывающая количество полных колебаний за единицу времени	f Гц (герц)	$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$
6.	Угловая частота	Это величина, показывающая количество полных колебаний за 2π секунд	ω рад/с (радиан деленный на секунду)	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
7.	Начальная фаза	Это угол, определяющий мгновенное значение напряжения или тока в начальный момент времени (0)	ψ_u / ψ_i ° (градус) рад (радиан)	-

3.2. Активные и реактивные сопротивления в цепи переменного тока

Активное сопротивление - это сопротивление таких элементов, на которых происходит безвозвратное преобразование электрической энергии в другой вид энергии (например, резистор). Обозначается буквой R .

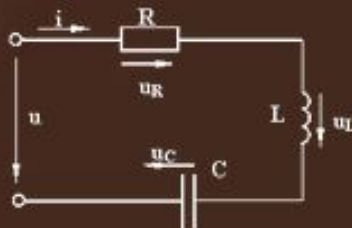
Реактивное сопротивление - это сопротивление таких элементов, которые создают угол сдвига фаз между током и напряжением (например, катушка индуктивности и конденсатор). Обозначается буквой X .

№				
1.	Сопротивление (характер, расчетные формулы)	активное $R = \rho \frac{l}{S}$	реактивное $X_L = 2\pi fL = \omega L$	реактивное $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$
2.	Закон Ома	$I = \frac{U}{R}, I_m = \frac{U_m}{R}$	$I = \frac{U}{X_L}, I_m = \frac{U_m}{X_L}$	$I = \frac{U}{X_C}, I_m = \frac{U_m}{X_C}$
3.	Угол сдвига фаз φ	0°	$90^\circ (\frac{\pi}{2})$	$-90^\circ (-\frac{\pi}{2})$
4.	Соотношение между начальной фазой напряжения и начальной фазой тока	$\psi_u = \psi_i$	$\psi_u = \psi_i + 90^\circ$	$\psi_u = \psi_i - 90^\circ$
5.	Волновая диаграмма напряжения и силы тока			
6.	Векторная диаграмма напряжения и силы тока			
7.	Мощность (характер, обозначение, единицы измерения, расчетная формула)	активная P (Вт) $P = U_R I = I^2 R$	реактивная Q_L (Вар) $Q_L = U I = I^2 X_L$	реактивная Q_C (Вар) $Q_C = U I = I^2 X_C$

Активная мощность - это средняя мощность за период.

Реактивная мощность - это величина, характеризующая интенсивность обмена энергией между источником и реактивным сопротивлением.

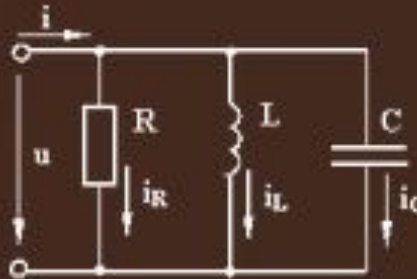
3.3. Последовательное соединение активного и реактивных сопротивлений



Название треугольника	Треугольник	Расчетные и дополнительные соотношения	Примечания
Треугольник напряжений		$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ $\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$ $\sin \varphi = \frac{U_L - U_C}{U}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R}$	
Треугольник сопротивлений		$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ $\sin \varphi = \frac{X_L - X_C}{Z}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$	Z (Ом) - полное сопротивление цепи переменного тока; $I = \frac{U}{Z}$ - закон Ома
Треугольник мощностей		$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ $S = UI = I^2 Z$ $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ $\sin \varphi = \frac{Q_L - Q_C}{S}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_L - Q_C}{P}$	S (ВА) - полная мощность цепи переменного тока; $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ - коэффициент мощности



3.4. Параллельное соединение активного и реактивных сопротивлений

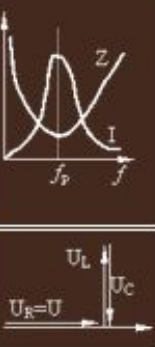
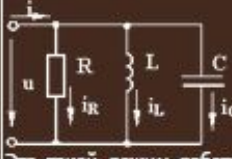
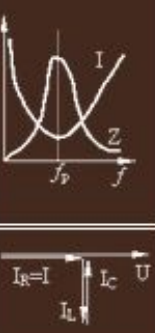


Название треугольника	Треугольник	Расчетное и дополнительные соотношения	Примечания
Треугольник токов		$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$ $\cos \varphi = \frac{I_R}{I}$ $\sin \varphi = \frac{I_L - I_C}{I}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_L - I_C}{I_R}$	
Треугольник проводимостей		$y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$ $\cos \varphi = \frac{g}{y}$ $\sin \varphi = \frac{b_L - b_C}{y}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{b_L - b_C}{g}$	y (См) - полная проводимость цепи переменного тока; b (См) - реактивная проводимость g (См) - активная проводимость

3.5. Резонанс в электрических цепях переменного тока

Электрический резонанс - это явление резкого возрастания амплитуды электрических колебаний, возникающее при совпадении источника с частотой собственных колебаний

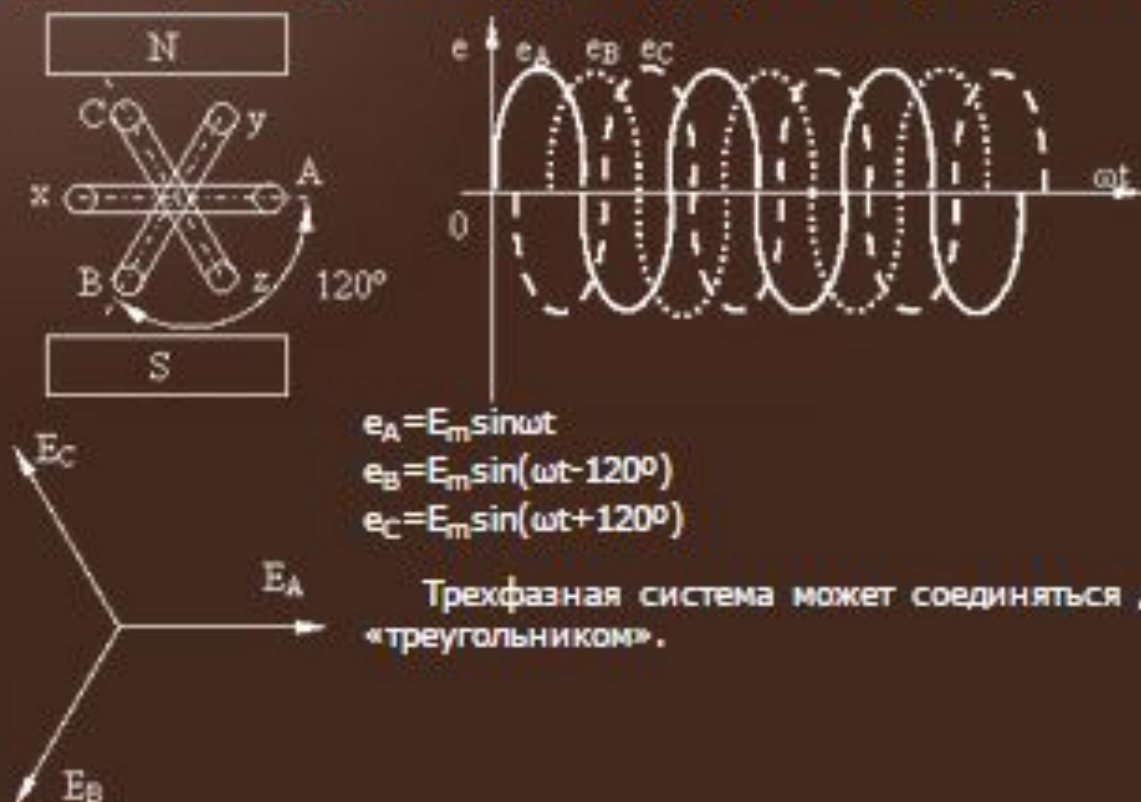
колебательного контура $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Название режима	Колебательный контур и определение	Условие резонанса и частота	Формула и пояснения	Графики
Резонанс напряжений	последовательный  Это такой режим работы электрической цепи с последовательным соединением катушки индуктивности и конденсатора, при котором напряжение на индуктивности равно напряжению на емкости ($U_L = U_C$).	$X_L = X_C$ $f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$Z = R$ - min сопротивление контура активное и минимальное I_p - max ток в режиме резонанса будет максимальным $\varphi = 0^\circ$ ток и напряжение совпадают по фазе $Q_L = Q_C$ реактивные мощности катушки индуктивности и конденсатора равны	
Резонанс токов	параллельный  Это такой режим работы электрической цепи с параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора, при котором индуктивная составляющая тока равна емкостной составляющей ($I_L = I_C$).	$X_L = X_C$ $f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$Z = R$ - max сопротивление контура активное и максимальное I_p - min ток в режиме резонанса будет минимальным $\varphi = 0^\circ$ ток и напряжение совпадают по фазе $Q_L = Q_C$ реактивные мощности катушки индуктивности и конденсатора равны	



3.6. Трёхфазные электрические цепи

Трёхфазная симметричная система ЭДС - это система из трех синусоидальных ЭДС, имеющих одинаковую частоту, амплитуду, но сдвинутых по фазе друг относительно друга на 120° .



Способ соединения	Определение	Схема	Соотношение между линейными и фазными величинами	Определение линейных и фазных токов и напряжений
Звездой	Это такое соединение, при котором концы обмоток источника или концы потребителя соединены в одной точке, которая называется нулевой или нейтральной точкой		$I_{\pi} = I_{\phi}$ $U_{\pi} = \sqrt{3}U_{\phi}$	I_{π} - линейный ток (это ток, протекающий по линейному проводу) I_{ϕ} - фазный ток (это ток, протекающий через обмотку источника или через потребитель) U_{π} - линейное напряжение (это напряжение между двумя линейными проводами или это напряжение между двумя любыми фазами) U_{ϕ} - фазное напряжение (это напряжение между любым линейным проводом и нулевым проводом или это напряжение, приложенное к обмотке источника или к потребителю)
Треугольником	Это такое соединение, при котором начало одной фазы соединяется с концом другой фазы		$I_{\pi} = \sqrt{3}I_{\phi}$ $U_{\pi} = U_{\phi}$	I_{π} - линейный ток (это ток, протекающий по линейному проводу) I_{ϕ} - фазный ток (это ток, протекающий через обмотку источника или через потребитель) U_{π} - линейное напряжение (это напряжение между двумя линейными проводами или это напряжение между двумя любыми фазами) U_{ϕ} - фазное напряжение (это напряжение между любым линейным проводом и нулевым проводом или это напряжение, приложенное к обмотке источника или к потребителю)

Активная мощность при симметричной нагрузке: $P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi}\cos\varphi = \sqrt{3}U_{\pi}I_{\pi}\cos\varphi$

