

ОДНОФАЗНЫЙ СИНУСОИДАЛЬНЫЙ ТОК



Переменный ток

Переменный ток, в отличие от **тока постоянного**, непрерывно изменяется как по величине, так и по направлению, причем изменения эти происходят периодически, т. е. точно повторяются через равные промежутки времени.

Чтобы вызвать в цепи такой ток, используются **источники переменного тока, создающие переменную ЭДС, периодически изменяющуюся по величине и направлению.**

Такие источники называются **генераторами переменного тока.**

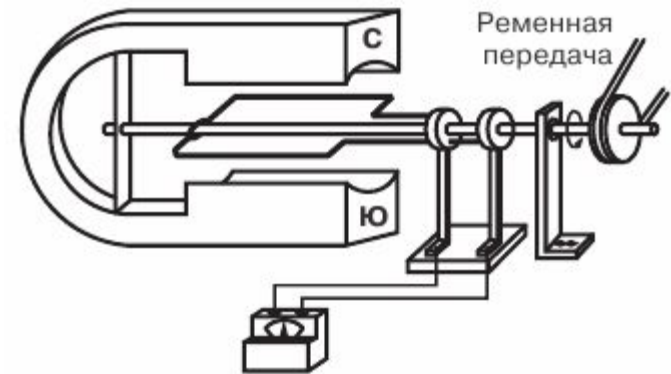
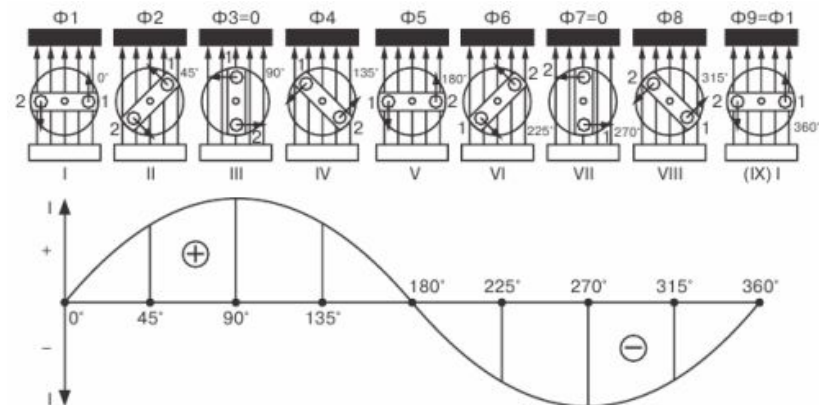
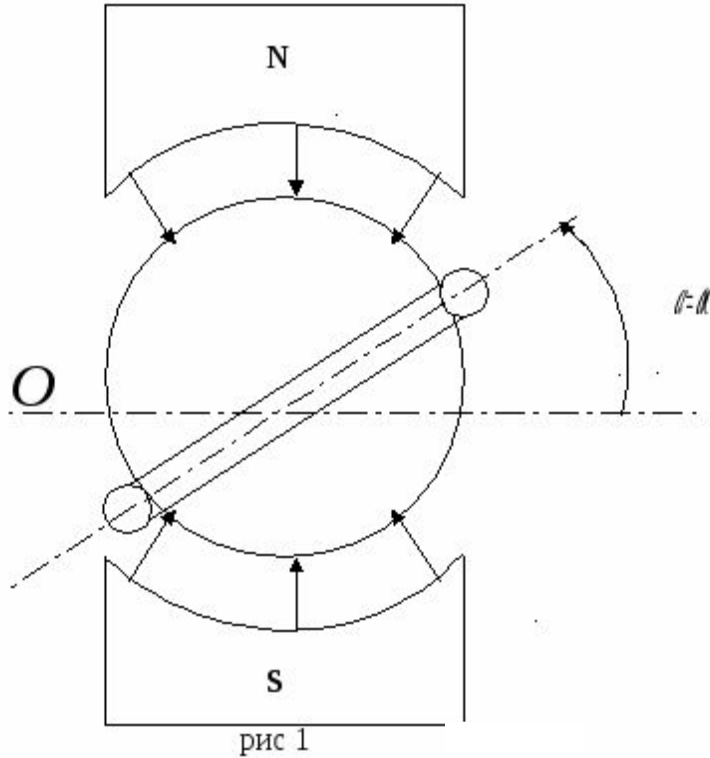


Схема простейшего генератора переменного тока



Построение графика переменной ЭДС

Параметры переменного тока

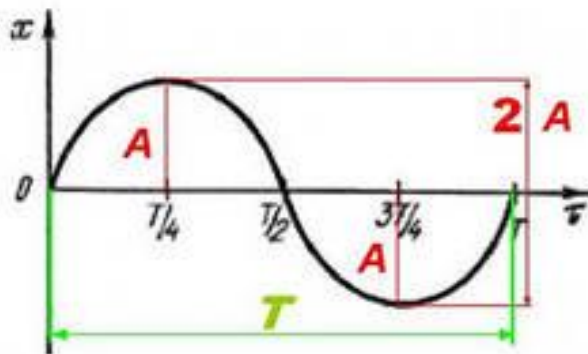


$$\alpha = \omega t$$

α – угол между плоскостью катушки генератора и нейтральной плоскостью OO'

Общие сведения

- Цепями переменного синусоидального тока называют электрические цепи, в которых ЭДС, напряжения и токи изменяются во времени по синусоидальному закону



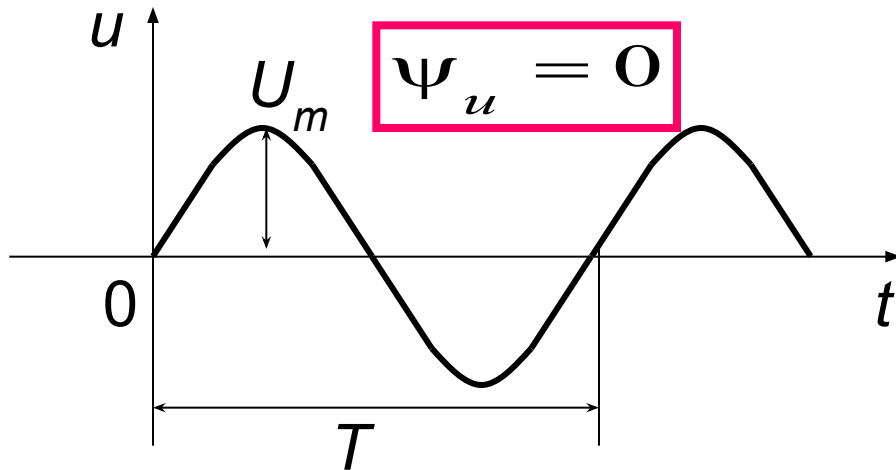
$$i = I_m \sin(\omega t + \psi)$$

Периодические синусоидальные u, i, e

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u); \quad i = I_m \sin(\omega t + \psi_i);$$

$$e = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$$

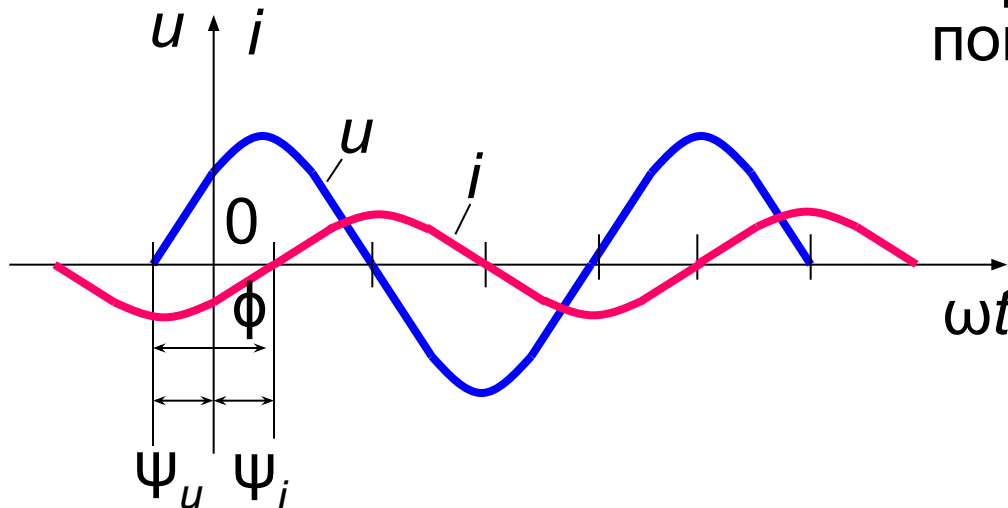
$$\omega = 2\pi f$$



[рад/с] – круговая или угловая частота

U_m, I_m, E_m – максимальные значения или амплитуда синусоиды;

T – период т. е. интервал, через который процесс повторяется.



$$f = 1/T$$

[Гц] герц – циклическая частота синусоиды

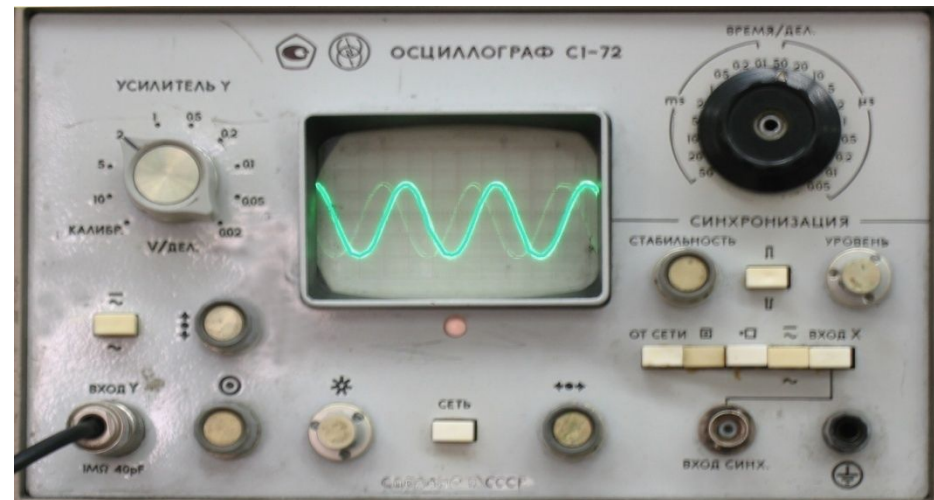
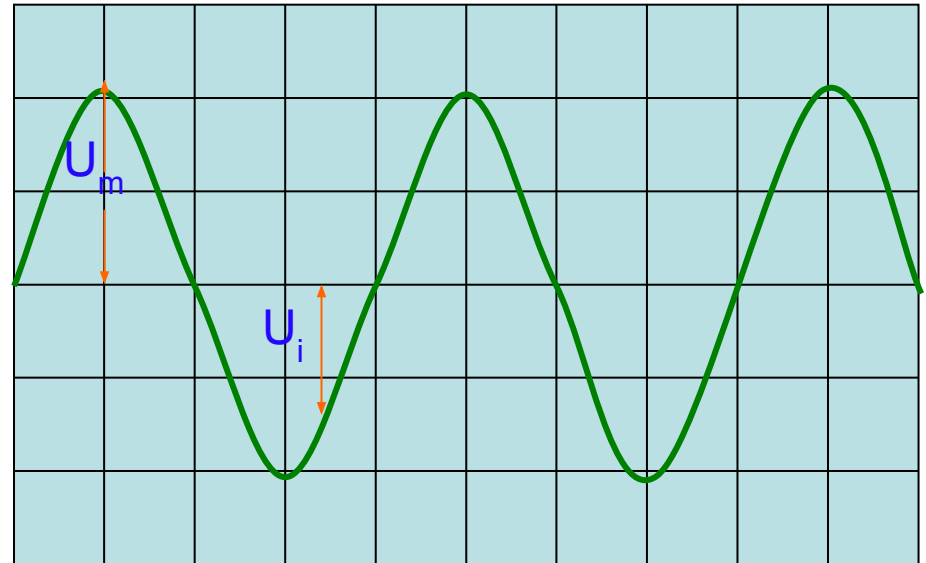
Параметры напряжения переменного тока

Переменное напряжение имеет синусоидальную форму.

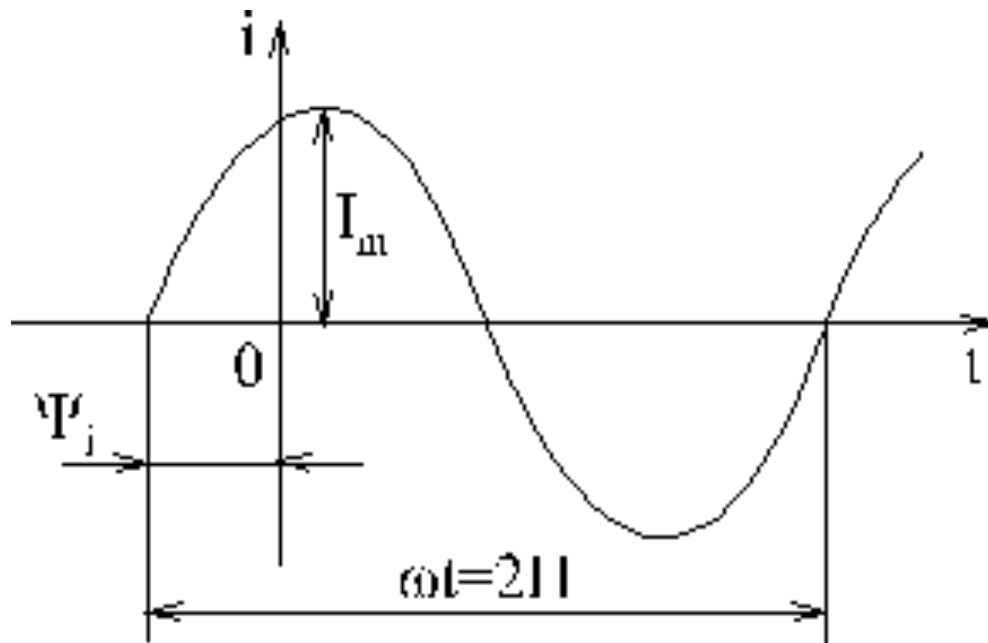
$$U(t) = U_m \cdot \text{Sin}(\omega \cdot t + \varphi)$$

Амплитуда U_m – наибольшее мгновенное значение напряжения за интервал наблюдения или за период.

Мгновенные значения напряжения $u(t)$ наблюдают на экране осциллографа, дисплее компьютера и определяют для каждого момента времени.



Параметры переменного тока



$$i = I_m \sin(\omega t + \psi)$$

- i — мгновенное значение тока,
 I_m — его амплитуда, ω — угловая частота, ψ — начальная фаза

Параметры переменного тока

- **Мгновенное значение тока i**
(напряжения u , э.д.с. e) – значение в любой момент времени
- **Амплитудное значение тока I_m (U_m, E_m)** – максимальное амплитудное значение

Параметры переменного тока

- Период T – промежуток времени, в течение которого ток совершает полное колебание и принимает прежнее по величине и знаку мгновенное значение.

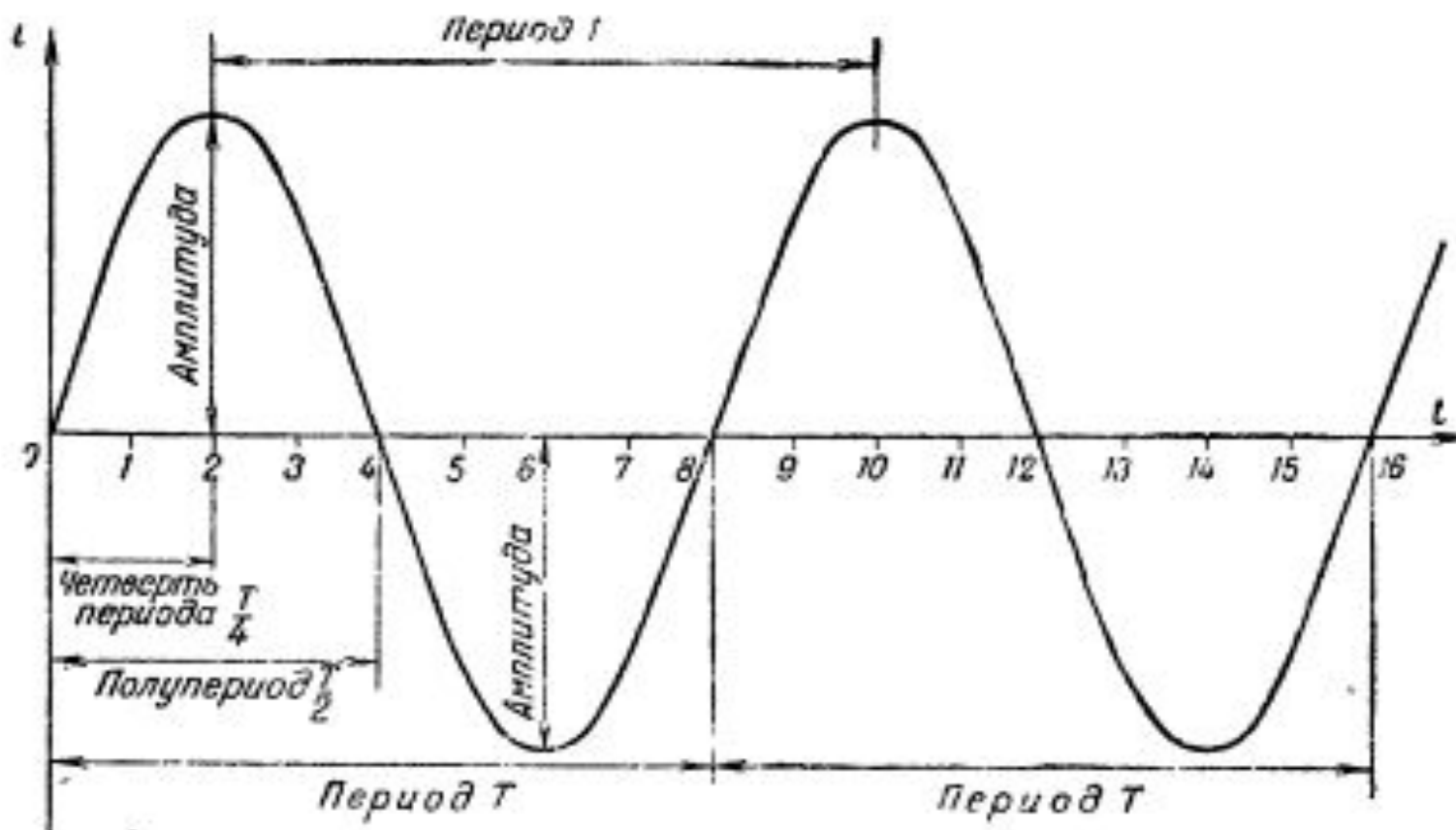
Единицы измерения: - секунда (с);

- миллисекунда (мс);

- микросекунда (мкс)

Параметры переменного тока

Амплитуда и период



Параметры переменного тока

- Угловая частота ω – характеризует скорость вращения катушки генератора в магнитном поле

$$\omega = 2\pi/T$$

Единицы измерения: рад/с

Параметры переменного тока

- Циклическая частота f – величина, обратная периоду T , характеризует число полных колебаний тока за 1 с

$$f = 1/T$$

Единицы измерения: Герц (Гц)

Параметры переменного тока

Исходя из

$$\omega = 2\pi/T \text{ и } f = 1/T$$

получим:

$$\omega = 2\pi f$$

Промышленная частота $f = 50 \text{ Гц}$,
что соответствует $\omega = 314 \text{ рад/с}$

Параметры переменного тока

- Фаза – значение аргумента синусоидальной функции $(\omega t + \psi_{e1})$ и $(\omega t + \psi_{e2})$, рисунки 1, 2

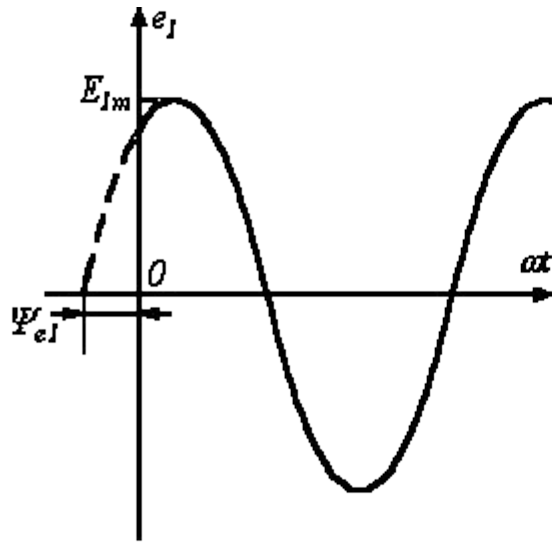


Рис.1

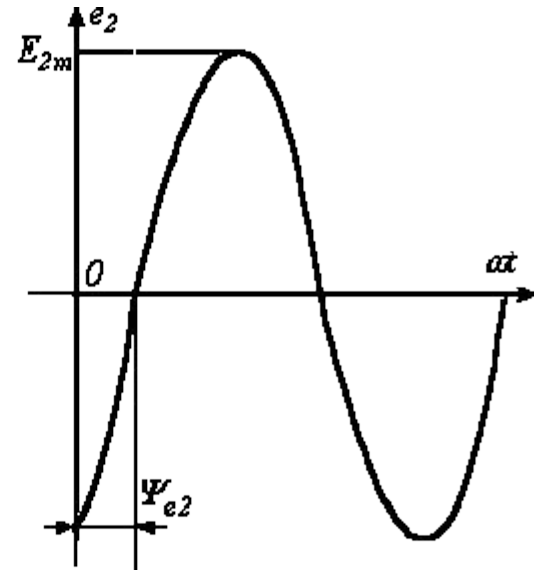


Рис.2

Параметры переменного тока

- Начальная фаза – значение фазы в начальный момент времени ($t=0$) ψ_{e1} и ψ_{e2} ($\psi_{e1} > 0$; $\psi_{e2} < 0$)

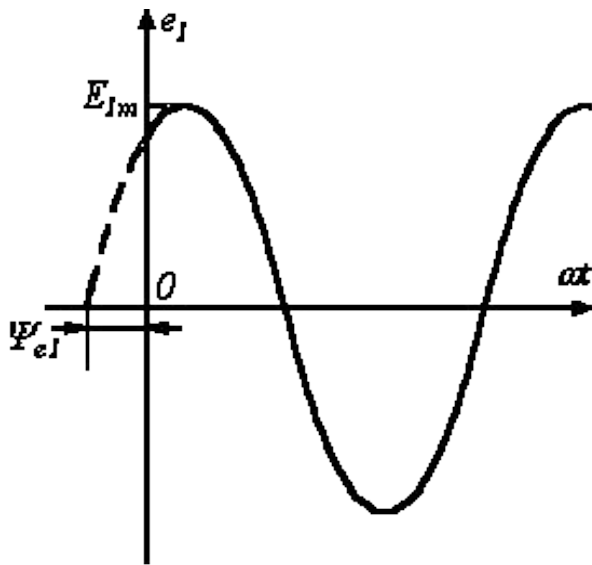


Рис.1

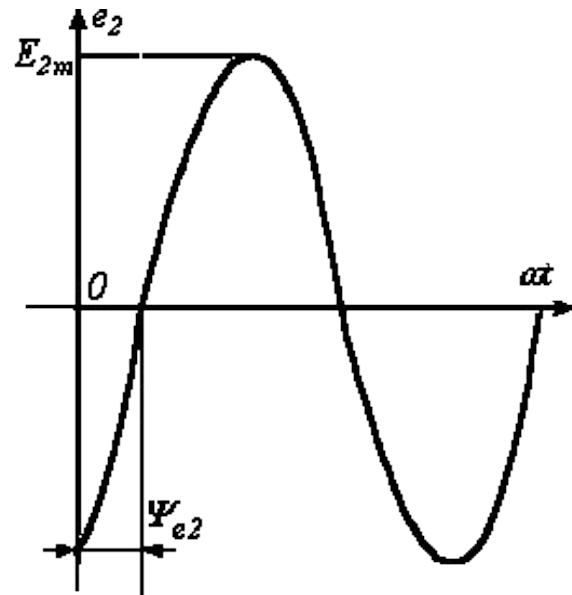


Рис.2

Параметры переменного тока

- Угол сдвига фаз φ - разность фазовых углов, равная разности начальных фаз двух синусоидальных величин одной частоты

Для синусоидальных ЭДС e_1 и e_2 (рисунки 1 и 2) угол сдвига фаз:

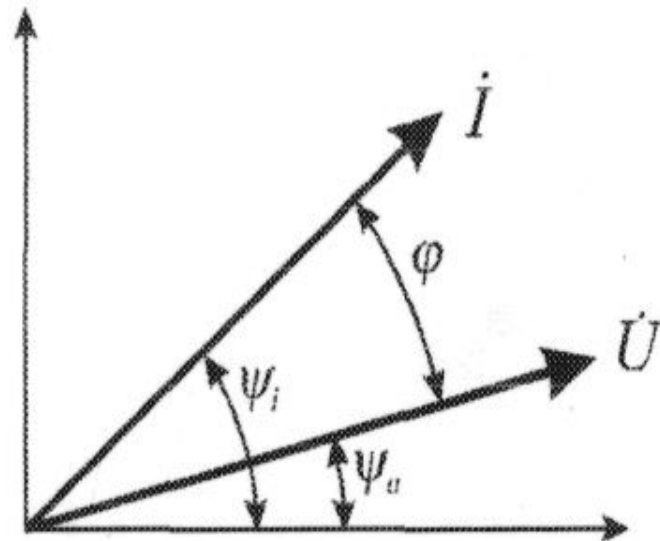
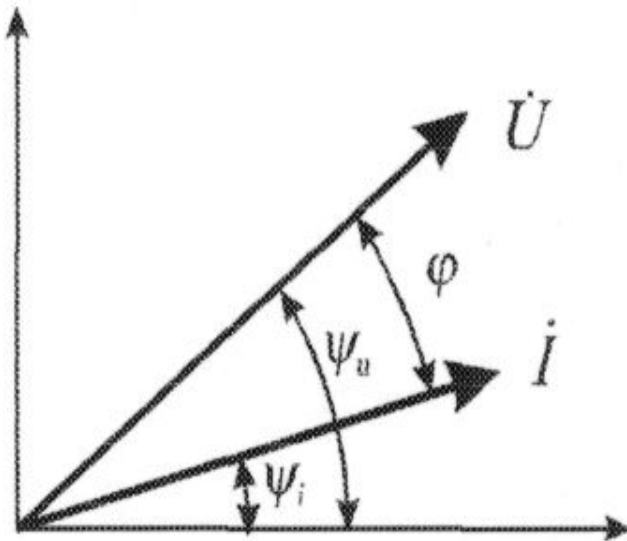
$$\varphi = (\omega t + \psi_{e1}) - (\omega t + \psi_{e2}) = \psi_{e1} - \psi_{e2}$$

Векторная диаграмма

- **Векторная диаграмма** – это совокупность векторов, соответствующих нулевому моменту времени, изображающих синусоидальные ЭДС, напряжение и ток одинаковой частоты

Векторная диаграмма

Примеры векторных диаграмм токов и напряжений и напряжений



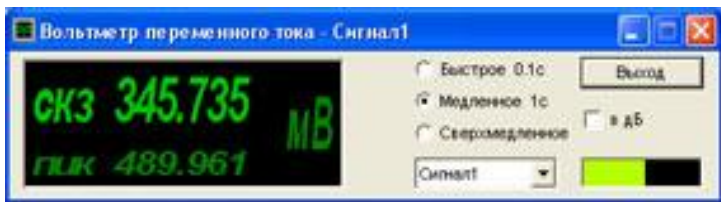
Метод построения векторных диаграмм позволяет:

- - значительно упростить действия над синусоидальными величинами;
- - наглядно показать начальные фазы синусоидальных величин и сдвиг фаз между ними;

Метод построения векторных диаграмм позволяет:

- - сложение и вычитание мгновенных значений величин можно заменить сложением и вычитанием векторов;
- - длины векторов соответствуют действующим значениям тока, напряжения и ЭДС

Среднеквадратическое и средневыпрямленное значение напряжения



Переменное напряжение характеризуется несколькими параметрами и его уровень можно определить по амплитудному,

среднеквадратическому, среднему или средневыпрямленному значениям. Определим некоторые характеристики и параметры напряжения переменного тока.

Среднее квадратическое (действующее) значение напряжения есть корень квадратный из среднего квадрата его мгновенного значения за время измерения (за период):

$$U_{\text{СК}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt} \quad U_{\text{СК}} = 0.707 \cdot U_m$$

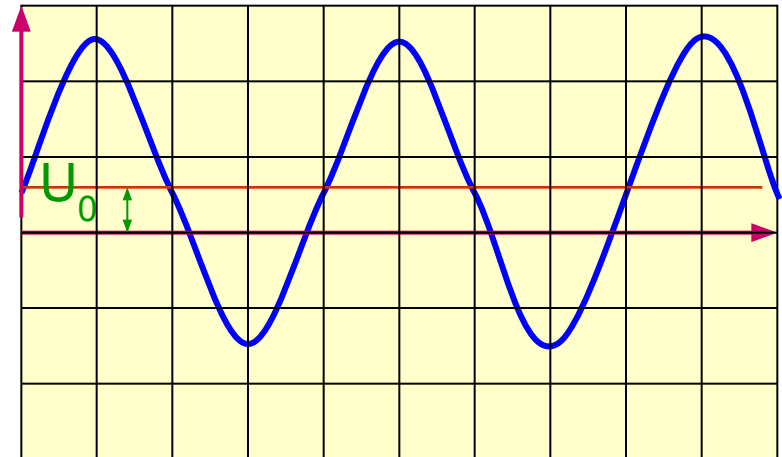
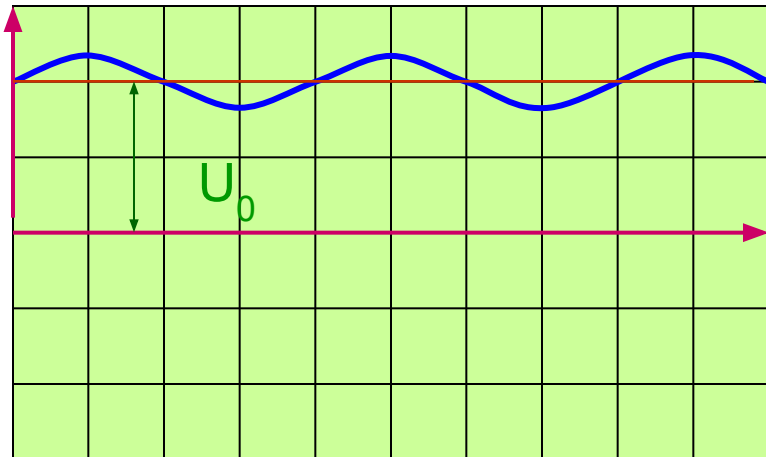
Средневыпрямленное напряжение определяется как среднее арифметическое абсолютных мгновенных значений за период:

$$U_{\text{СВ}} = \frac{1}{T} \int_0^T |U(t)| dt \quad U_{\text{СВ}} = 0.636 \cdot U_m$$

Постоянная составляющая переменного напряжения

Среднее значение (постоянная составляющая) напряжения равно среднему арифметическому всех мгновенных значений за период. Численно равно алгебраической сумме площадей, образованных кривой сигнала и осью абсцисс.

$$U_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt$$



Действующие значения переменных синусоидальных ЭДС, напряжений и токов e, u, i

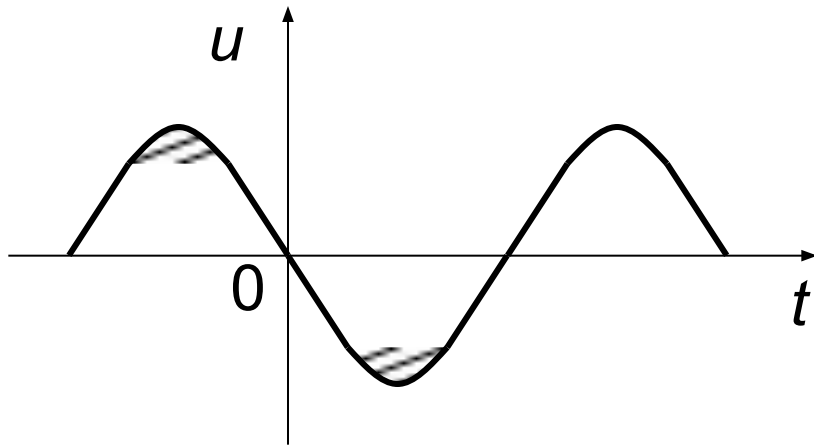
Действующее значение переменного тока численно равно величине постоянного тока, эквивалентно данному переменному току по выделяемому теплу и производимой работе.

Математически действующее значение:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\pi} i^2 dt}$$

Действующие значения переменных e, u, i обозначаются теми же буквами, что и постоянные – E, U, I .

Для синусоиды:



$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

Определим амплитуду напряжения в розетке:

$$U = \sqrt{2} \cdot 220 = 308 \text{ (В)}.$$