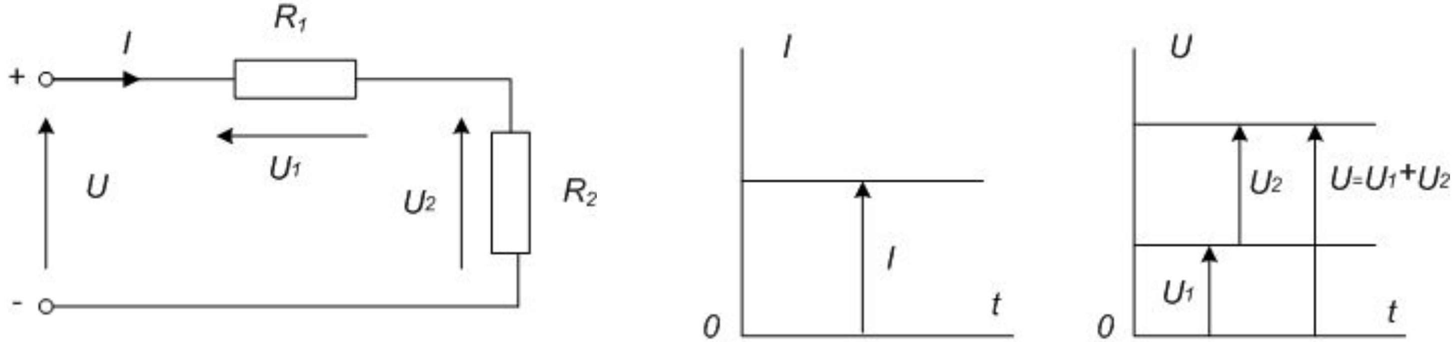
Цепи однофазного переменного синусоидального тока.

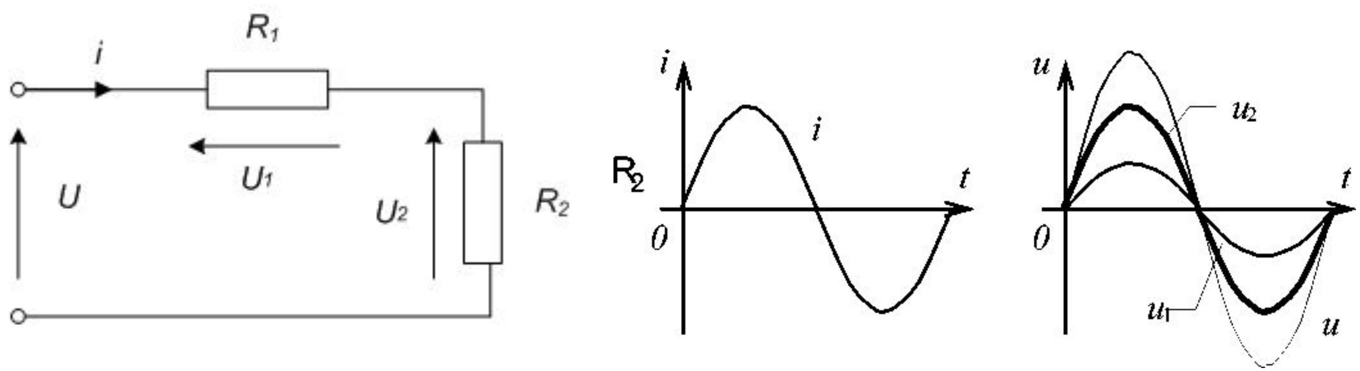
Источники синусоидальных ЭДС и токов



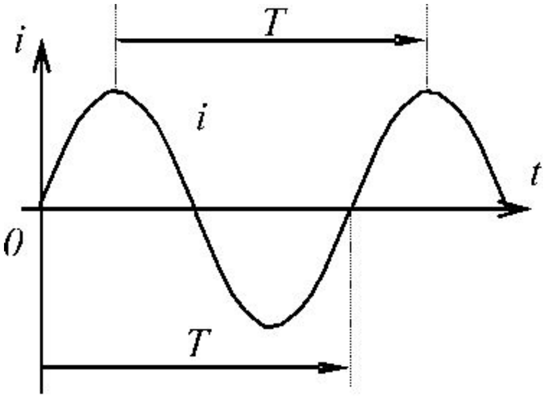
Теория переменных токов изучает электрические цепи, в которых токи и напряжения зависят и от величин сопротивлений и от времени.

Синусоидальным током называется такой ток, величина и направление которого изменяется в зависимости от времени по закону синуса.

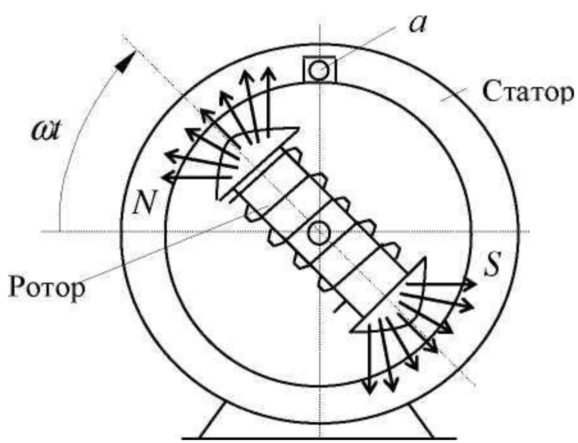
Время T, в течение которого синусоида претерпевает полный цикл своего изменения называется периодом *(сек)*.



$$f = \frac{1}{T}, \text{(Гц)}$$



Переменный синусоидальный ток вырабатывается в особых машинах, которые называются генераторами переменного тока.



$$B = B_m sin\omega t$$

$$e = E_m sin\omega t$$

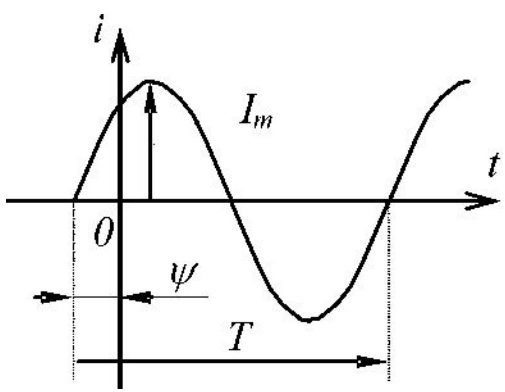
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T} = \frac{2\pi p n}{60}$$

$\omega = 314$ рад/с $\qquad T = \frac{1}{50} 0{,}02с$

Частота постоянного тока равна нулю. Поэтому постоянный ток есть частный случай переменного тока, частота которого равна нулю, а период равен бесконечности.

Все генераторы переменного тока вырабатывают синусоидальные токи. Синусоидальность выбрана по многим причинам, главные из них:

1) из всех периодических кривых синусоида самая плавная (ее производная - также синусоидальная величина), последнее обеспечивает отсутствие динамических толчков при работе машин и перенапряжений в изоляции обмоток;
2) только синусоидальная форма токов дает вращающееся магнитное поле, что обеспечивает простое устройство двигателей переменного тока;
3) синусоида относительно просто записывается математически.



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

Действующее и среднее значения периодических ЭДС, напряжений и токов.

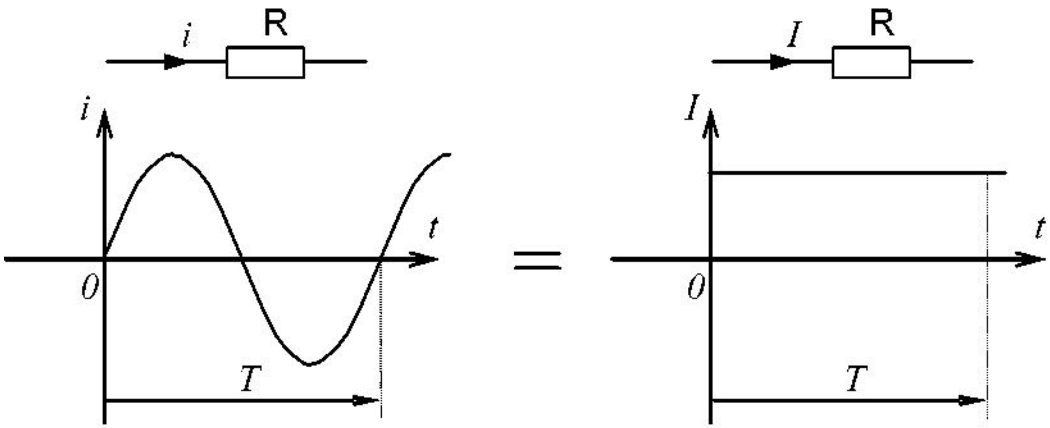


Рисунок 6 - Действующее значение переменного тока

$$Q_{\sim} = R\int_0^T i^2 dt \qquad Q_{-} = RI^2T \qquad R\int_0^T i^2 dt = RI^2T \qquad I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt} \qquad U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt}$$

Действующим значением переменного тока называется такой постоянный ток, который на том же сопротивлении и за то же время выделяет столько же тепла, что и данный переменный ток.

Обычно, время интегрирования *T*, принимают равным периоду переменного тока, поэтому действующее значение переменного тока равно среднеквадратичному значению его мгновенной величины.

Эти выражения позволяют найти действующие значения переменного тока и напряжения изменяющихся по кривой любой формы. Определим их для синусоидального переменного тока

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

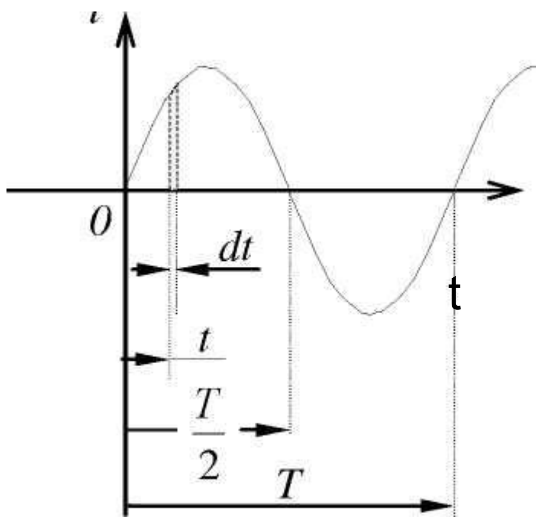
$$I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_m{}^2 \sin^2 \omega t dt} = \sqrt{\frac{I_m{}^2}{T}\int_0^T \sin^2 \omega t dt}$$

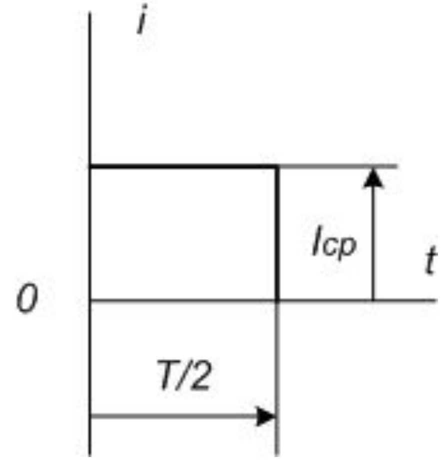
$$\int_0^T \sin^2 \omega t dt = \frac{1}{2}T$$

$$\boxed{\begin{aligned} I &= \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot I_m; \\ U &= \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot U_m. \end{aligned}}$$

Среднее значение синусоидального переменного тока

Средним значением переменного тока называется такой переменный ток, произведение которого на интервал времени, равен интегралу данного переменного тока за тот же интервал времени.





$$\boxed{\begin{aligned} I_{cp} &= \frac{2I_m}{\pi} = 0{,}637 \cdot I_m; \\ E_{cp} &= \frac{2E_m}{\pi} = 0{,}637 \cdot E_m. \end{aligned}}$$

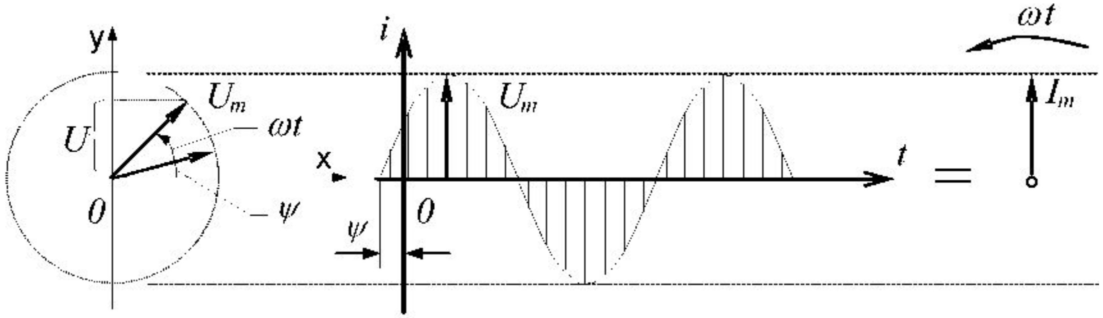
Чтобы характеризовать форму кривой и легко переходить от среднего значения к действительному, вводят коэффициент формы кривой

$$K_f = \frac{\text{действующее значение}}{\text{среднее значение}}$$

Для синусоидальной величины

$$K_f = \frac{E_m \pi}{\sqrt{2} 2E_{\text{ср}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}11$$

Векторные диаграммы



$$U = U_m \sin(\omega t + \psi)$$

Рисунок 10 - Метод векторных диаграмм

Векторы - амплитуды вращаются с одной скоростью, так как частота всех токов и напряжений одна, а значит, относительно друг друга они неподвижны.

Поэтому, когда диаграммы используются для сложения действующих величин напряжений и токов то векторы не вращают.

Векторные диаграммы бывают двух видов:

- лучевые;
- топографические.

Лучевой диаграммой называется такая, в которой все векторы напряжений и токов цепи строят из одной точки.

Топографической диаграммой называется такая, на которой векторы напряжений пристраиваются друг к другу в том же порядке, в котором они действуют в электрической цепи.

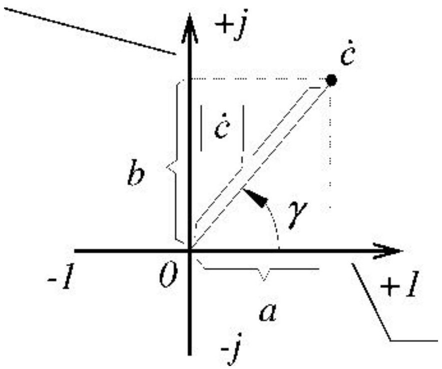
Лучевые диаграммы на практике используются редко. Топографические диаграммы применяются очень широко, потому, что они позволяют определять напряжения между любыми точками и узлами электрической цепи.

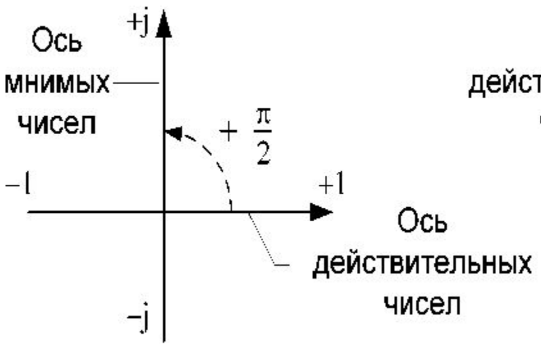
Векторной диаграммой называется совокупность векторов, характеризующих процесс в электрической цепи.

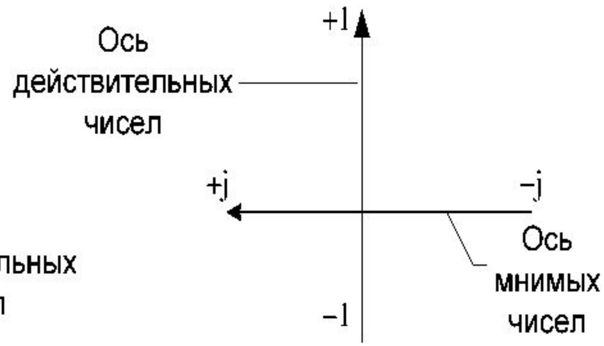
Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами(символический метод)

Чарлз Протеус Штейнмец

Символический метод основан на замене геометрического сложения векторов, сложением алгебраическим комплексных чисел, изображающих эти вектора.







Комплексным числом называют такое число, которое на комплексной плоскости определяется системой из двух чисел.

Комплексное число позволяет описать вектор его проекциями на оси комплексной плоскости.

Комплексное число может быть представлено в трех формах: алгебраической, тригонометрической и показательной.

Алгебраическая форма $\dot{c} = a \pm jb \qquad j = \sqrt{-1} \qquad j^2 = -1$

Тригонометрическая форма $\dot{c} = a \pm jb = |\dot{c}|cos\gamma \pm j|\dot{c}|sin\gamma \qquad |\dot{c}| = \sqrt{a^2 + b^2}$

$$\gamma = arctg\frac{b}{a} \qquad a = |\dot{c}|cos\gamma \qquad b = |\dot{c}|sin\gamma$$

Показательная форма $\dot{c} = a \pm jb = |\dot{c}|(cos\gamma \pm jsin\gamma) \qquad cos\gamma \pm jsin\gamma = e^{\pm j\gamma}$, где $e = 2{,}718281828\ldots$

$$\dot{c} = a \pm jb = |\dot{c}|e^{\pm j\gamma}$$

Законы Ома и Кирхгофа в комплексной (символической) форме

Закон Ома в комплексной (символической) форме

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} \qquad \dot{U} = \bar{Z}\dot{I} \qquad \bar{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}}$$

Законы Кирхгофа в комплексной (символической) форме

$$\left(\sum_{i=3}^{i=n} \dot{I}_i\right)_A = 0 \qquad \sum_{i=1}^{i=n} \dot{E}_i + \sum_{k=1}^{k=m} \dot{U}_k = 0$$