

**Калужский кадетский многопрофильный техникум им. А.
Т. Карпова»**

РАЗДЕЛ 4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ОДНОФАЗНОГО ТОКА



4.1. СИНУСОИДАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

**Подготовил преподаватель дисциплин профессионального
цикла Симакова Елена Георгиевна**

Калуга, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Получение переменного синусоидального тока.**
- 2. Параметры переменного синусоидального тока: период, частота, амплитудное, мгновенное, действующее, среднее значение; угловая частота, начальная фаза, сдвиг фаз.**
- 3. Графическое изображение синусоидально изменяющихся величин.**
- 4. Действующее и среднее значения переменного тока**

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



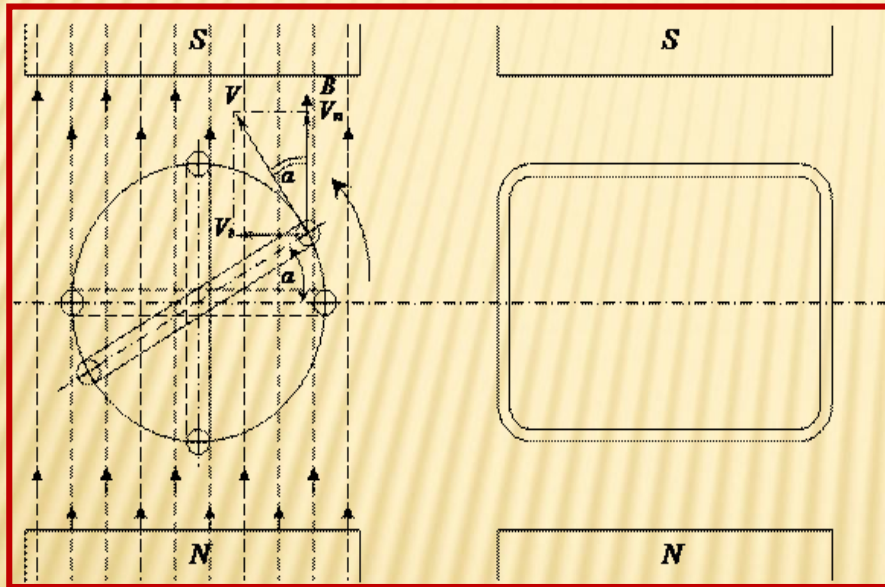
возможность (при помощи трансформаторов) просто и экономично повышать и понижать напряжение, решающее значение для передачи энергии на большие расстояния.



простота устройств электродвигателей, а следовательно, и их меньшая стоимость.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Для получения токов промышленной частоты служат генераторы переменного тока в основе работы которых лежит закон электромагнитной индукции, согласно которому при движении замкнутого контура в магнитном поле в нем возникает ток.



Пусть в однородном магнитном поле с равномерной угловой скоростью ω вращается замкнутый виток. Согласно закону электромагнитной индукции, при вращении витка в магнитном поле будет наводиться Э.Д.С.

$$e = B l v \sin \alpha$$

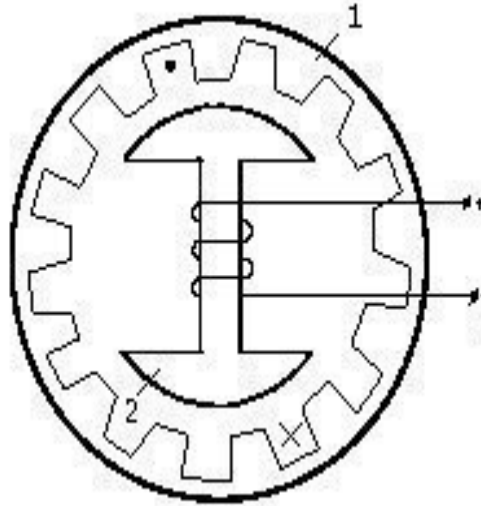
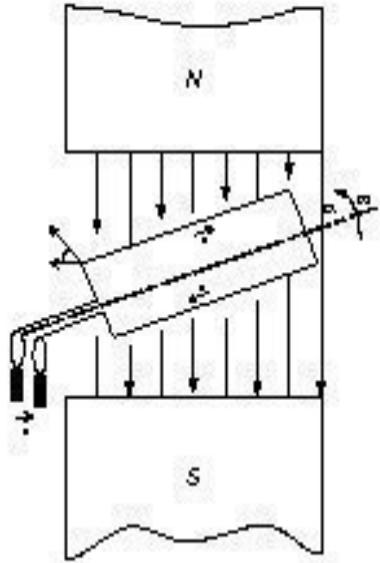
где B — магнитная индукция;

l — активная длина проводника;

v — скорость движения проводника;

α — угол между направлением движения проводника и магнитной индукцией.

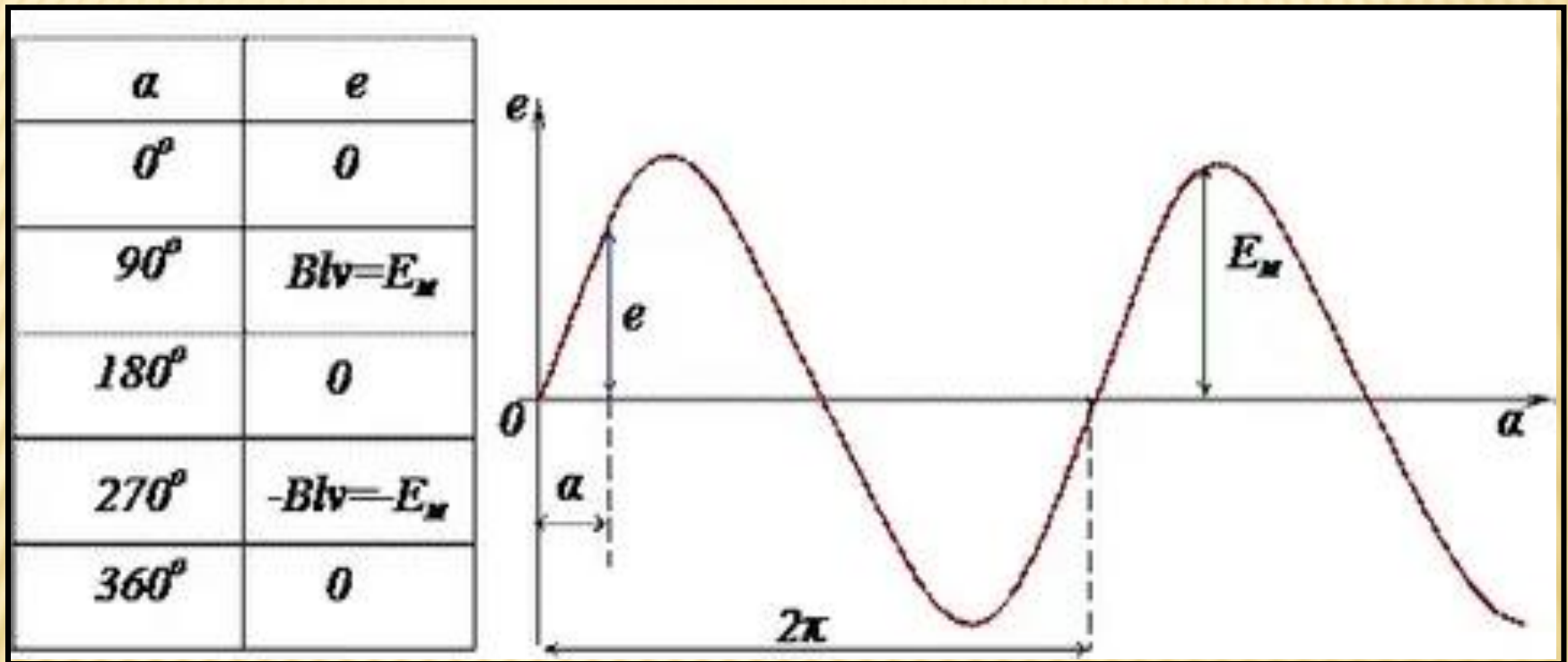
УСТРОЙСТВО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА



- 1) **статор** – неподвижная часть машины. Полый цилиндр собранный из тонких листов электротехнической стали (0,35-0,5 мм), изолированных друг от друга лаком. В пазах статора размещена обмотка;
- 2) **ротор** – вращающаяся часть. Электромагнит с обмоткой возбуждения, которая через кольца и щётки подсоединена к источнику постоянного тока.

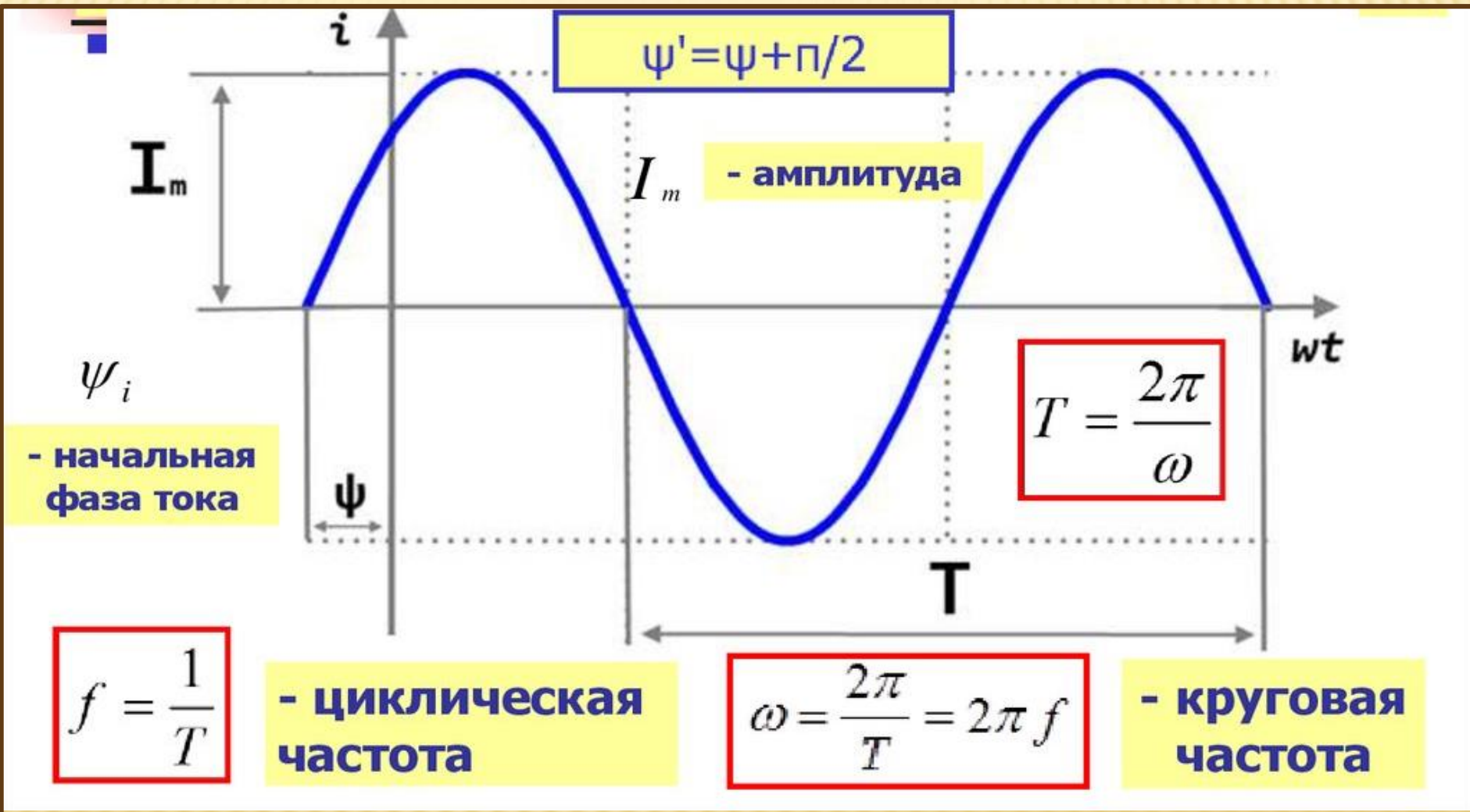
Переменным током называют ток, который изменяет своё значение и направление с течением времени.

ЗНАЧЕНИЕ ЭДС ПРИ ВРАЩЕНИИ ВИТКА



Переменным синусоидальным током называют изменяющийся по закону синуса (косинуса) с течением времени электрический ток.

СИНУСОИДАЛЬНАЯ КРИВАЯ ЭДС



2. ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Синусоидально
изменяющиеся
ЭДС,
напряжение и
ток
характеризуют
следующие
величины:

- ПЕРИОД
- ЧАСТОТА
- АМПЛИТУДА
- МГНОВЕННЫЕ
ЗНАЧЕНИЯ
- ФАЗА (СДВИГ ФАЗЫ)

ПЕРИОД

- промежуток времени, в течение которого ЭДС, напряжение и ток совершают полное колебание и принимают прежнее по величине и знаку значение.

*Обозначение – **T***

*Единица измерения – **с (секунда)**.*

Совокупность изменений, происходящих в течение периода называется **ЦИКЛОМ**.

ЧАСТОТА

- число периодов в единицу времени (секунду) - величина, обратная периоду.

Обозначение - f

Единица измерения - герц (Гц) или 1/сек .

$$f = 1/T$$

Более крупные единицы частоты:

килогерц (кГц) = 1000 Гц

мегагерц (МГц) = 1000000 Гц

Стандартная (техническая)	50 Гц
Частота промышленных установок в Европе, Японии и Америке	60 Гц

АМПЛИТУДА

- это наибольшие значения, которые принимает ЭДС, напряжение и сила тока. Амплитудные значения обозначаются прописными буквами E_m , U_m , I_m .

МГНОВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

– значение ЭДС, напряжения и силы тока в любой момент времени. Мгновенные значения обозначаются строчными буквами e , u , i .

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

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

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

УГЛОВАЯ ЧАСТОТА

- величина, равная числу периодов за 2π секунд.

Обозначение – ω

Единица измерения - град/с или рад/с.

Так как в течение периода $\alpha = 2\pi$, то

$$\omega = 2\pi/T, \text{ т. е. } \omega = 2\pi f$$

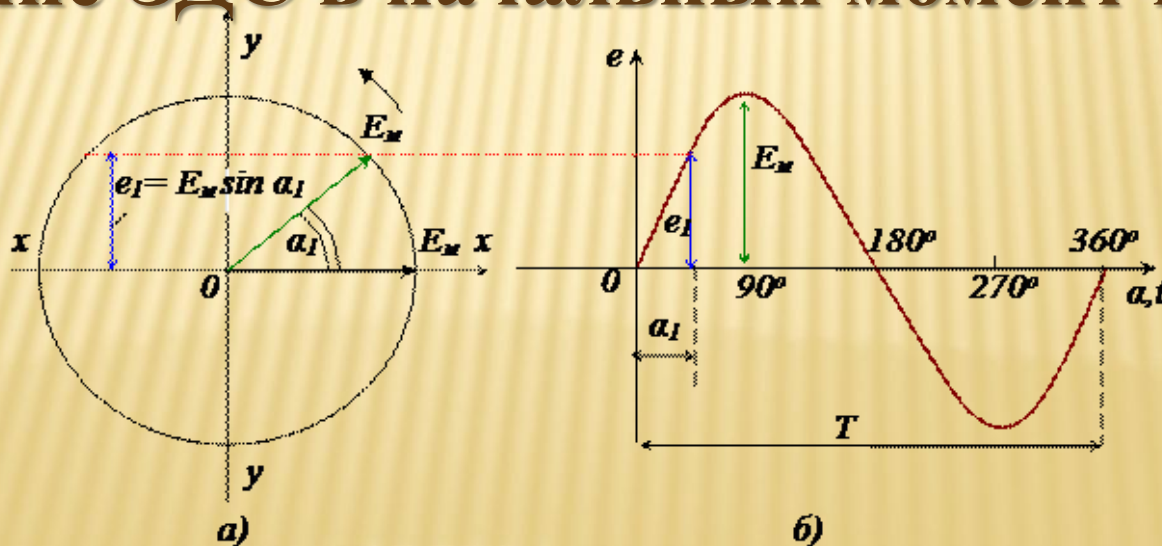
ФАЗА

- угловое значение аргумента синусоидальной ЭДС, напряжения, тока, определяющее мгновенное значение этих величин.

$\alpha = (\omega t + \psi)$ - угол, называемый фазой

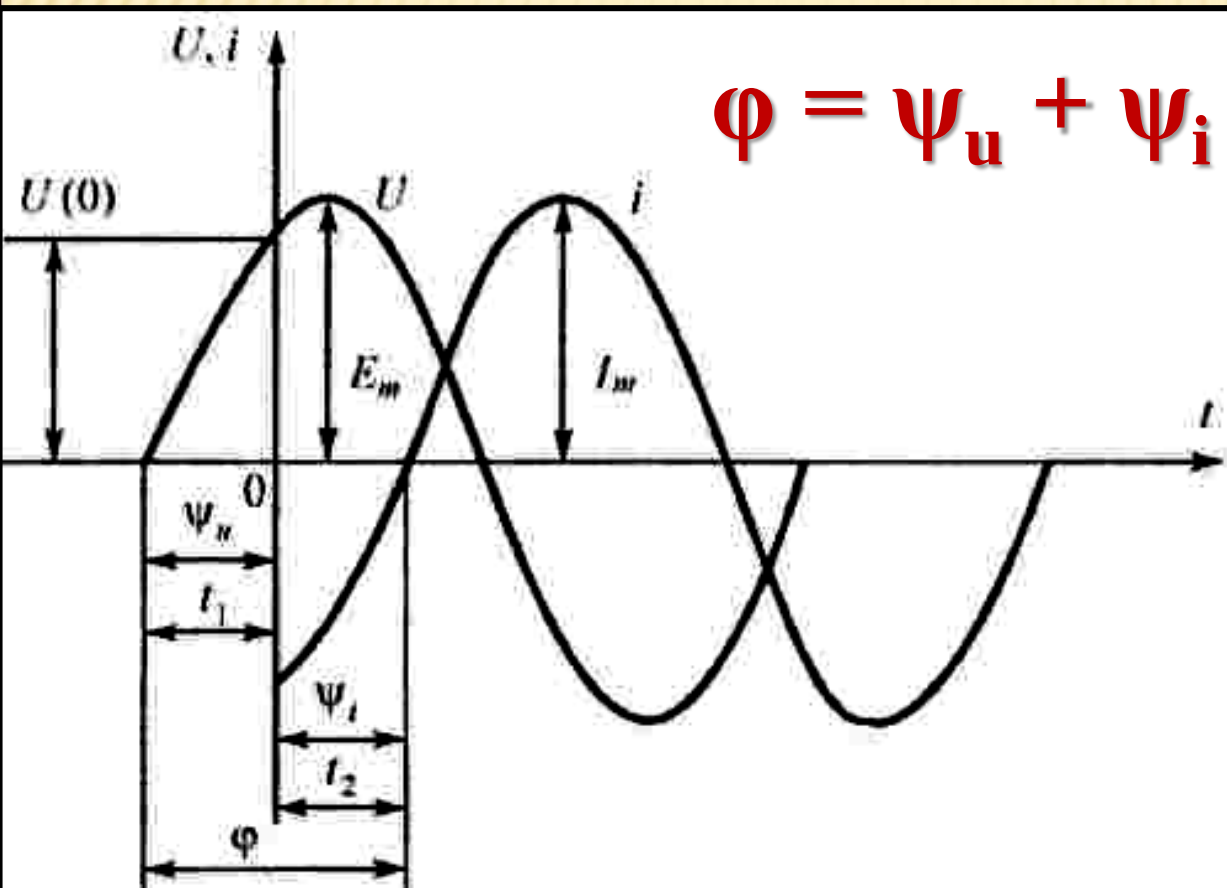
НАЧАЛЬНАЯ ФАЗА

- электрический угол ψ определяющий значение ЭДС в начальный момент времени.



СДВИГ ФАЗ

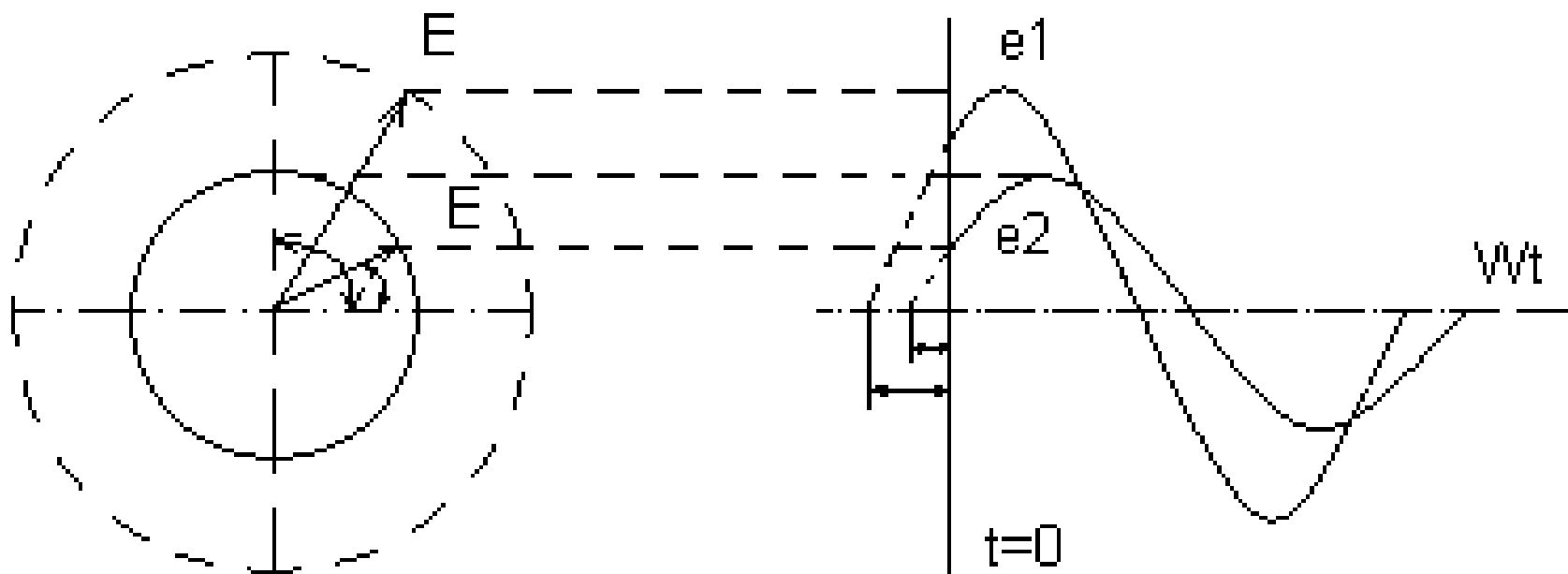
Две синусоидальные величины, имеющие разные начальные фазы, называются сдвинутыми по фазе. Угол сдвига фаз:



Та величина, в которой начало периода, или положительная амплитуда достигается раньше, чем у другой, - опережающая по фазе, а та, у которой те же значения достигаются позже - отстающей по фазе.

3. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

Синусоидальные величины можно графически изображать вращающимися векторами



$$e_1 = E_{1M} \cdot \sin(Wt + \psi_1)$$

$$e_2 = E_{2M} \cdot \sin(Wt + \psi_2)$$

Где ψ_1 и ψ_2 начальная фаза (т.е. при $t=0$).

ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА

- совокупность нескольких векторов, изображающих синусоидальные величины одинаковой частоты в начальный момент времени называется

Длина вектора в масштабе выражает амплитуду синусоиды; угол, образованный вектором с положительным направлением оси абсцисс, в начальный момент равен начальной фазе; скорость вращения вектора равна угловой частоте. Мгновенные значения синусоидальной величины выражаются вектора на ось ординат. При сравнении синусоидально изменяющихся величин начало отсчета времени можно выбрать произвольно, т.е. один из векторов можно направить произвольно, остальные векторы нужно располагать по отношению к первому под углами, равными соответствующим углам сдвига фаз, причем положительные углы откладываются в направлении, обратном движению часовой стрелки.

ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- такое значение постоянного тока, которое проходя через тот же резистор выделяет одинаковое количество тепла, или которое совершает одинаковую работу за одно и тоже время.

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

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

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

На шкалах измерительных приборов наносятся обычно действующие значения тока или напряжения.

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Под средним значением понимается среднее значение синусоидальной величины за пол периода

$$I_{cp} = \frac{2}{\pi} \cdot I_M \approx 0.637 \cdot I_M$$

$$U_{cp} = \frac{2}{\pi} \cdot U_M \approx 0.637 \cdot U_M$$

$$E_{cp} = \frac{2}{\pi} \cdot E_M \approx 0.637 \cdot E_M$$

Среднее значение синусоидального тока за период равно нулю, т.к. в течение первой половины периода электричество проходит через поперечное сечение проводника в одном направлении, а в течение второй половины периода такое же количество электричества проходит в обратном направлении, следовательно, количество электричества, прошедшее через поперечное сечение проводника за период, и среднее за период значение тока, равны нулю.

ЗАДАЧА

Пусть при включении в сеть сопротивления $R = 40 \text{ Ом}$ амперметр показал ток $5,5 \text{ А}$. Определить действующее и амплитудное значение напряжения.

Дано:

$$R = 40 \text{ Ом}$$

$$I = 5,5 \text{ А}$$

Найти: U, U_m

Решение:

Действующее напряжение в сети

$$U = R \cdot I = 40 \cdot 5,5 = 220 \text{ В}$$

Амплитудное напряжение

$$U_m = U \sqrt{2} = 220 \cdot 1,41 = 310,2 \text{ В}$$

Ответ: $U = 220 \text{ В}$, $U_m = 310,2 \text{ В}$

ЗАДАЧА

В сеть переменного тока с действующим напряжением 220 В включено активное сопротивление 55 Ом. Определить действующее и амплитудное значение силы тока.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}$$

$$R = 55 \text{ Ом}$$

Найти: I , I_m

Решение

Действующее значение силы тока

$$I = U / R = 220 : 55 = 4 \text{ А}$$

Амплитудное значение тока

$$I_m = I \sqrt{2} = 4 \cdot 1,41 = 5,7 \text{ А}$$

Ответ: $I = 4 \text{ А}$, $I_m = 5,7 \text{ А}$

ТЕСТ

1. Какой электрический ток называется переменным?

- а) Электрический ток, периодически меняющийся со временем и направлению
- б) Электрический ток, периодически меняющийся со временем
- в) Электрический ток, периодически меняющийся по модулю
- г) Электрический ток, периодически меняющийся по величине и по направлению.

2. Где происходит промышленное получение переменного тока?

- а) на заводах
- б) на фабриках
- в) на электростанциях
- г) в жилых домах

3. Где используют переменный электрический ток?

- а) в домах.
- б) в квартирах.
- в) на производстве.
- г) в автомобилях

4.Какова стандартная частота переменного тока?

- а) 65 Гц.
- б) 50 Гц.
- в) 40 Гц.
- г) 70 Гц

5. Почему генераторы переменного тока называют индукционными?

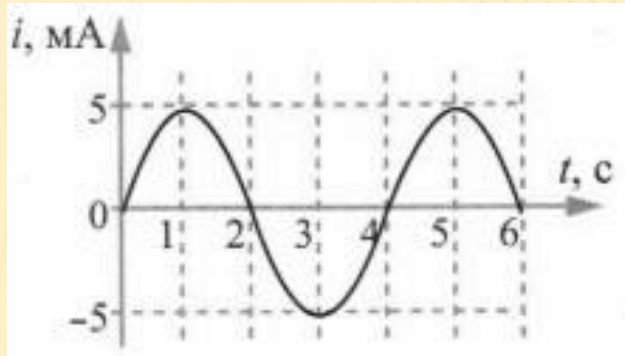
- а) их действие основано на явлении электрического тока
- б) их действие основано на магнитном действии
- в) их действие основано на явлении электромагнитной индукции
- г) их действие основано на явлении постоянного магнита

6. Частота переменного тока 60 Гц. Определите его период.

- а) 0,3 с
- б) 0,6 с
- в) 0,017 с
- г) 60 с

7. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени. Пользуясь графиком, определите частоту колебаний.

- а) 0,25 Гц
- б) 0,5 Гц
- в) 1 Гц
- г) 2 Гц



8. Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в 3 раза?

- а) Период не изменится
- б) Период увеличится в 3 раза
- в) Период уменьшится в 3 раза

9. Мгновенное значение тока $i = 16 \sin 157 t$. Определите амплитудное и действующее значение тока.

- а) 16 А ; 157 А
- б) 157 А ; 16 А
- в) 11,3 А ; 16 А
- г) 16 А ; 11,3 А

ОТВЕТЫ

1. Г

2. В

3. а, б, в

4. б

5. В

6. а

7. В



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**