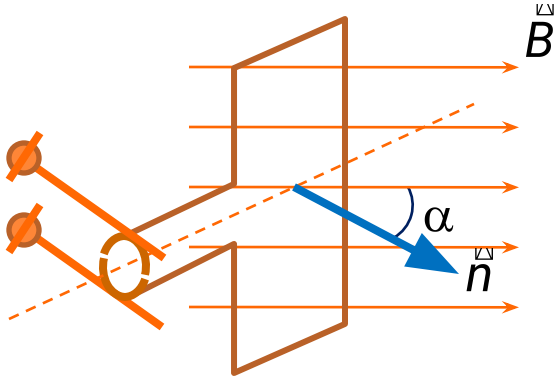
Переменный электрический ток

- **Свободные электромагнитные колебания** в реальном колебательном контуре из-за сопротивления проводов быстро затухают — это затухающие колебания
- **Вопрос:** как получить незатухающие колебания?
- **Ответ:** необходимо потери энергии при электромагнитных колебаниях восполнять — получаем **вынужденные электромагнитные колебания**
- Один из способов восполнения энергии при электромагнитных колебаниях — прямое преобразование механической энергии в электрическую, основанную на **явлении электромагнитной индукции** (без конденсатора)

Устройство, преобразующее механическую энергию в энергию вынужденных электромагнитных колебаний, называется генератором переменного тока

Генератор переменного тока



$$\Phi = BS\cos\alpha$$

$$\alpha = \omega t = 2\pi\nu t$$

$$\Phi = BS\cos(2\pi\nu t)$$

$$E_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'$$

$$E_i = -(BS\cos(2\pi\nu t))' = -(-BS\sin(2\pi\nu t)\cdot 2\pi\nu)$$

$$E_i = 2\pi\nu BS\sin(2\pi\nu t)$$

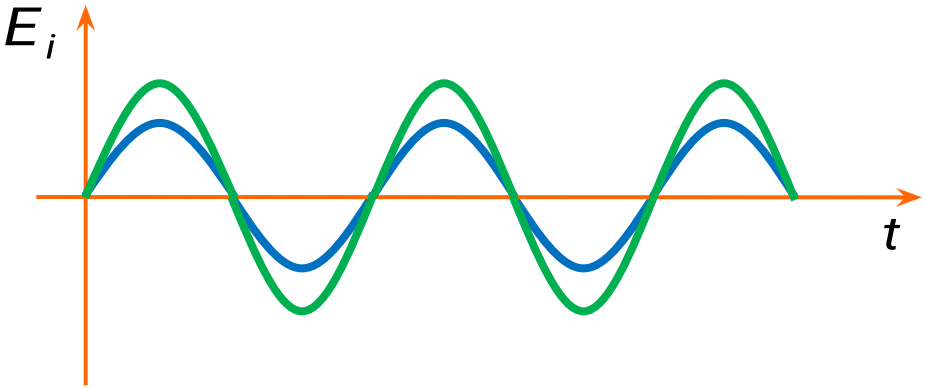
$$\boxed{E_{max} = 2\pi\nu BS}$$

Максимальная ЭДС (напряжение) на полюсах генератора переменного тока

$$\boxed{E_i = E_{max}\sin(2\pi\nu t)}$$

ЭДС (напряжение) на полюсах генератора переменного тока

Цепь переменного тока



$$E_i = E_{max} \sin(2\pi\nu t)$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{E_i}{R} \qquad I = \frac{E_{max}}{R} \sin(2\pi\nu t) = I_{max} \sin(2\pi\nu t)$$

$$\boxed{I = I_{max} \sin(2\pi\nu t)}$$

- **Важно:** в общем случае в зависимости от нагрузки, подключенной к генератору, колебания тока не обязательно совпадают с колебаниями ЭДС
- Промышленная частота переменного тока в России **ν = 50 Гц**

Мощность переменного тока

- Работа тока (закон Джоуля-Ленца) :

$$A = Q = I^2 R \Delta t = I^2 \frac{U}{I} \Delta t = UI \Delta t$$

- Мощность тока:

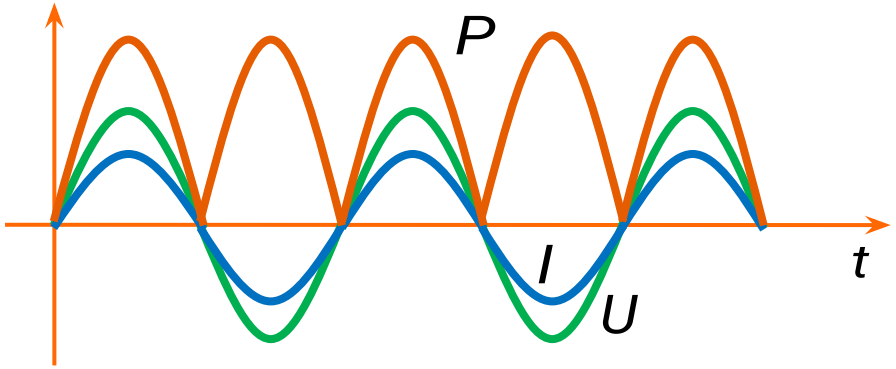
$$P = \frac{A}{\Delta t} = \frac{UI \Delta t}{\Delta t} = UI$$

- Напряжение и ток в цепи переменного ток меняются со временем, поэтому **мгновенная мощность** (мощность в данный момент времени) в цепи переменного тока равна

$$P = U_{\max} \sin(2\pi\nu t) I_{\max} \sin(2\pi\nu t)$$

$$\boxed{P = U_{\max} I_{\max} \sin^2(2\pi\nu t)}$$

$$P = U_{\max} I_{\max} \sin^2(2\pi\nu t)$$



- Человека на практике больше интересует среднее значение мощности тока, а не ее изменения во времени

$$P = U_{max} I_{max} \sin^2(2\pi\nu t), \qquad \sin^2\alpha = \frac{1-\cos 2\alpha}{2}$$

$$P = U_{max} I_{max} \frac{1-\cos(4\pi\nu t)}{2}$$

- Усредним во времени это выражение:

$$\boxed{\overline{P} = \frac{U_{max} I_{max}}{2}}$$

средняя мощность в цепи переменного тока с активным сопротивлением (без конденсатора и катушки)

Действующие (эффективные) значения силы тока и напряжения

- Среднюю мощность переменного тока можно сравнить с мощность эквивалентного постоянного тока

$$\overline{P} = P_{пост} = \frac{U_{max} I_{max}}{2} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = U_{д} \cdot I_{д}$$

- Значения

$$\boxed{U_{д} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}, \qquad I_{д} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}}$$

называются **действующими** (или **эффективными**) **значениями** напряжения и силы переменного тока

- Стандартное (промышленное) амплитудное значение напряжения (ЭДС) в розетках **308 В**, что соответствует действующему (эффективному) напряжению **220 В**