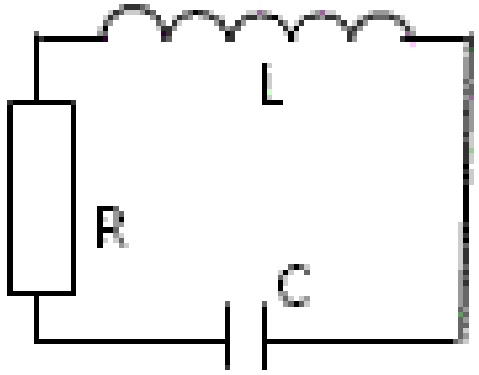
Электромагнитные колебания и волны

Росинский Александр
МБОУ СШ №2 г. Вязьмы
11М класс

RLC контур

Периодические изменения заряда, силы тока и напряжения называются электромагнитными колебаниями. Простейшей системой в которой могут возникнуть свободные электромагнитные колебания является колебательный контур.



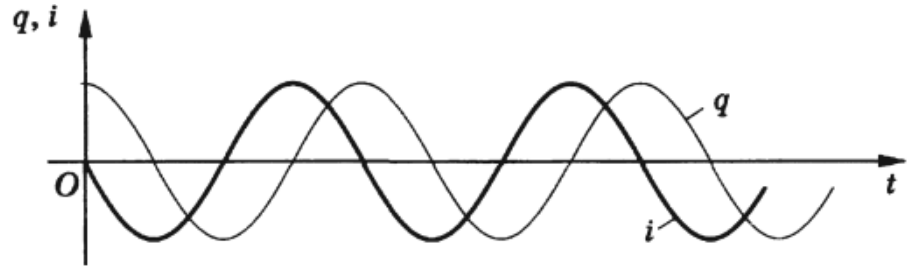
Колебательный контур без сопротивления называется идеальным, контур содержащий активное сопротивление называется RLC контуром

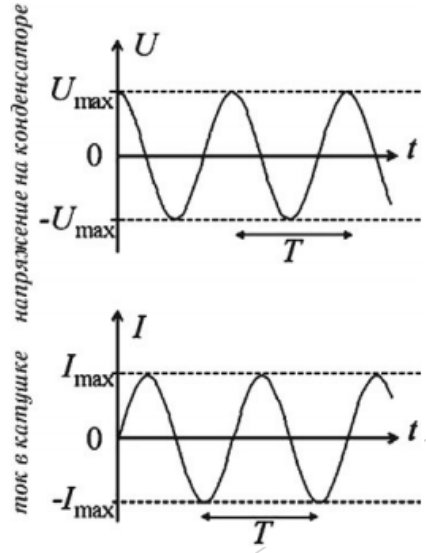
Гармонические колебания

В идеальном колебательном контуре разряд конденсатора через катушку будет носить характер гармонических колебаний, которые можно описать следующими уравнениями:

$$q = q_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$U = U_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$I = -I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

из этих уравнений видно, что сдвиг фаз между колебаниями заряда и напряжения с одной стороны и силы тока с другой стороны составляет π/2, буквально это будет означать следующее: в тот момент, когда значения заряда и напряжения достигнут максимального значения – сила тока будет иметь минимальное значение.



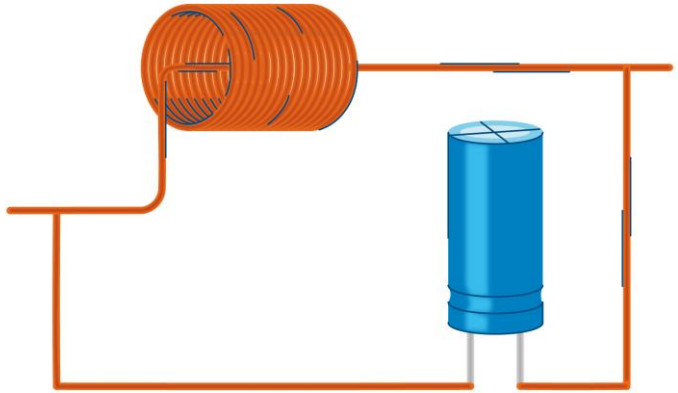


Формула Томпсона

Период (формула Томсона) и частота электромагнитных колебаний:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

В колебательном контуре дважды за период происходит перекачка энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно. В идеальном колебательном контуре полная энергия остается постоянной. В колебательном контуре, сопротивление которого не равно нулю, часть энергии выделяется в виде некоторого количества теплоты, поэтому полная энергия с течением времени убывает и колебания затухают.

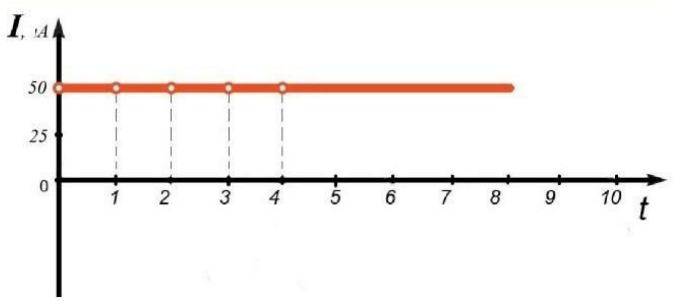


Переменный ток

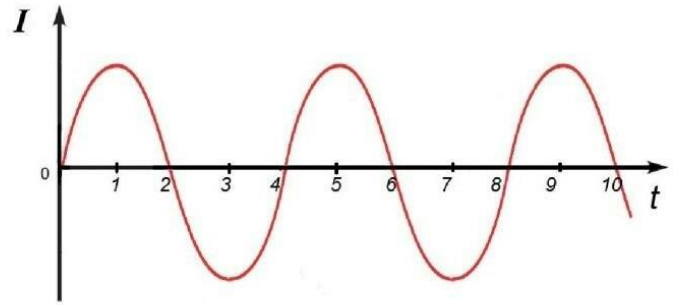
Вынужденные электромагнитные колебания являются незатухающими, так как запасы энергии в колебательной системе пополняются за счет источника тока. ЭДС такого источника должна периодически меняться.

Примером вынужденных электромагнитных колебаний является переменный ток. Переменный ток характеризуется действующими и максимальными значениями тока и напряжения, которые связаны между собой соотношениями:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \qquad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$



Постоянный ток



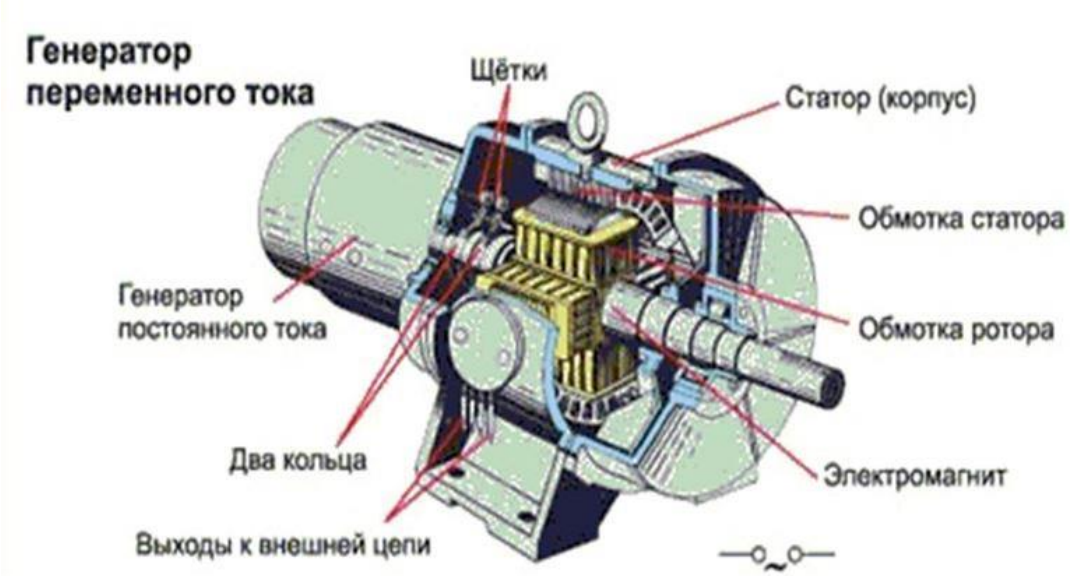
Переменный ток

Генератор переменного тока

Простейшим устройством позволяющим поддерживать вынужденные электромагнитные колебания является генератор переменного тока, принцип работы которого основан на явлении электромагнитной индукции. ЭДС индукции, возникающая в генераторе переменного тока меняется по закону:

$$e = e_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_0), \text{где} \quad e_m = BS\omega$$

Генератор переменного тока



Трансформатор

Устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения, в переменный ток другого напряжения называется трансформатором. В простейшем случае трансформатор состоит из двух электроизолированных обмоток на металлическом сердечнике.

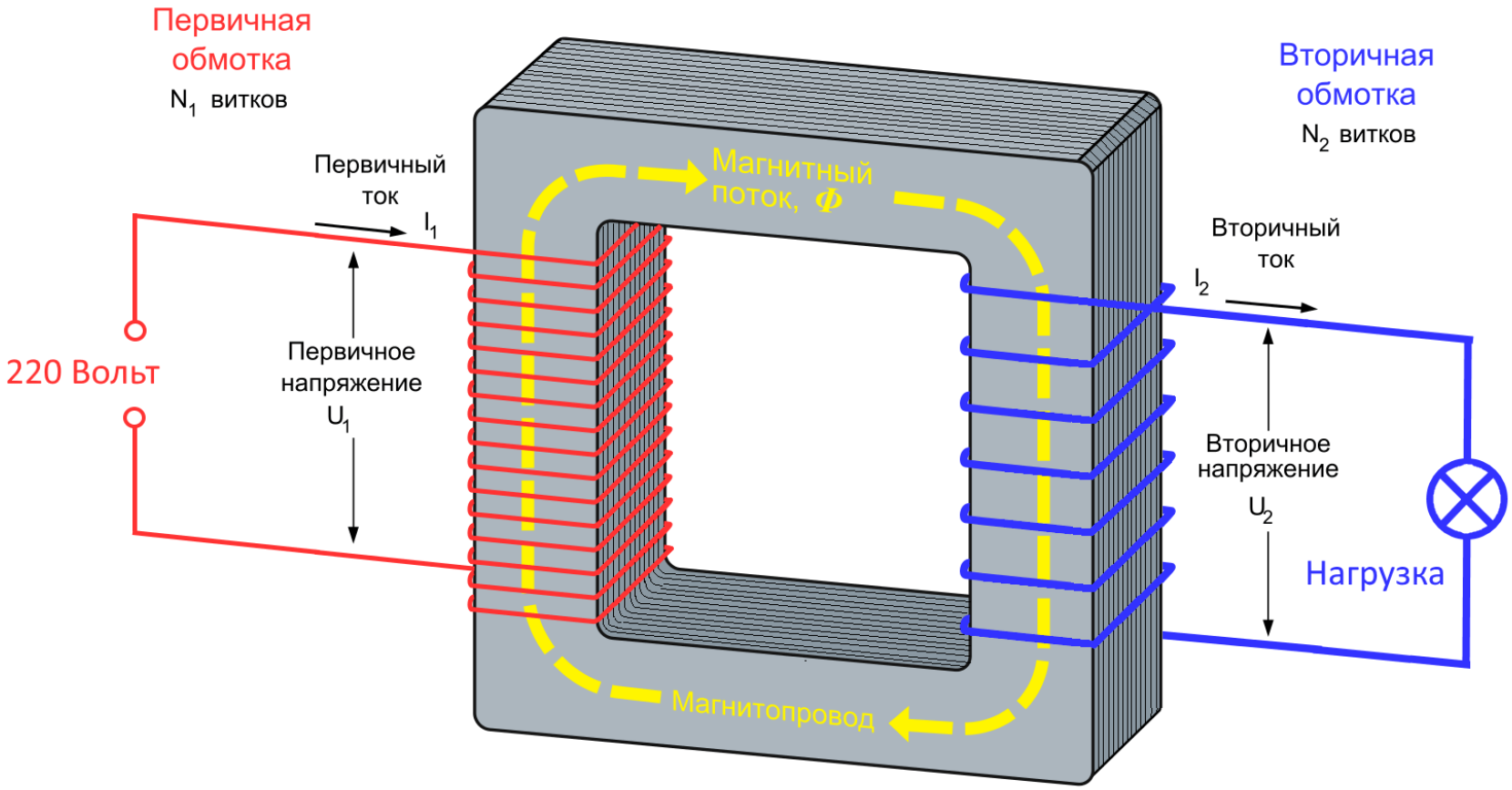
Основной характеристикой трансформатора является коэффициент трансформации:

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

- N_1 - число витков в первичной обмотке
- N_2 – число витков во вторичной обмотке
- U_1 – напряжение на первичной обмотке
- U_2 – напряжение на вторичной обмотке

При К>1, трансформатор называется понижающим, при К<1 – повышающим.

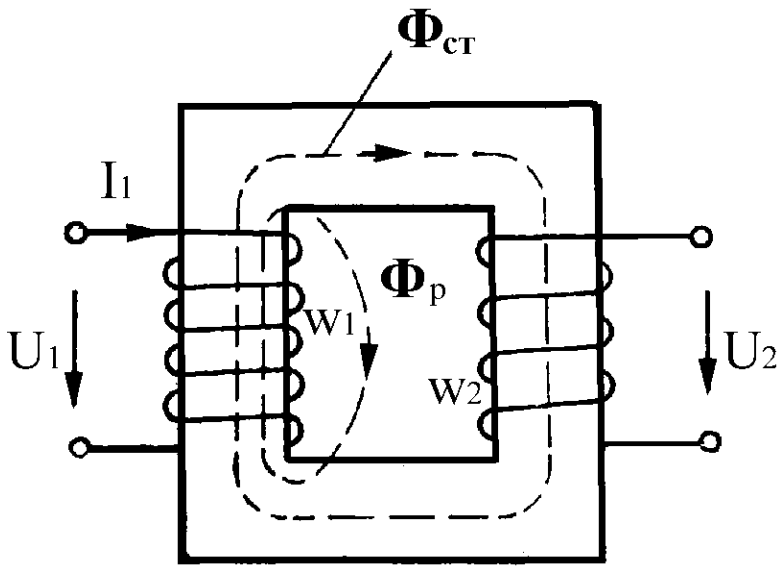
Трансформатор

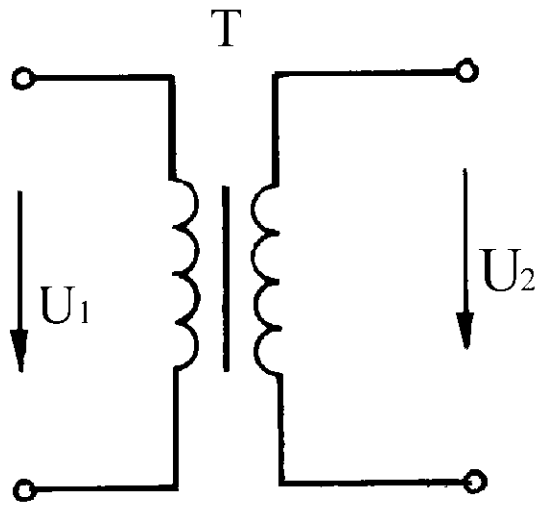


КПД трансформатора

КПД трансформатора равно отношению мощности во вторичной обмотке к мощности в первичной.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$$

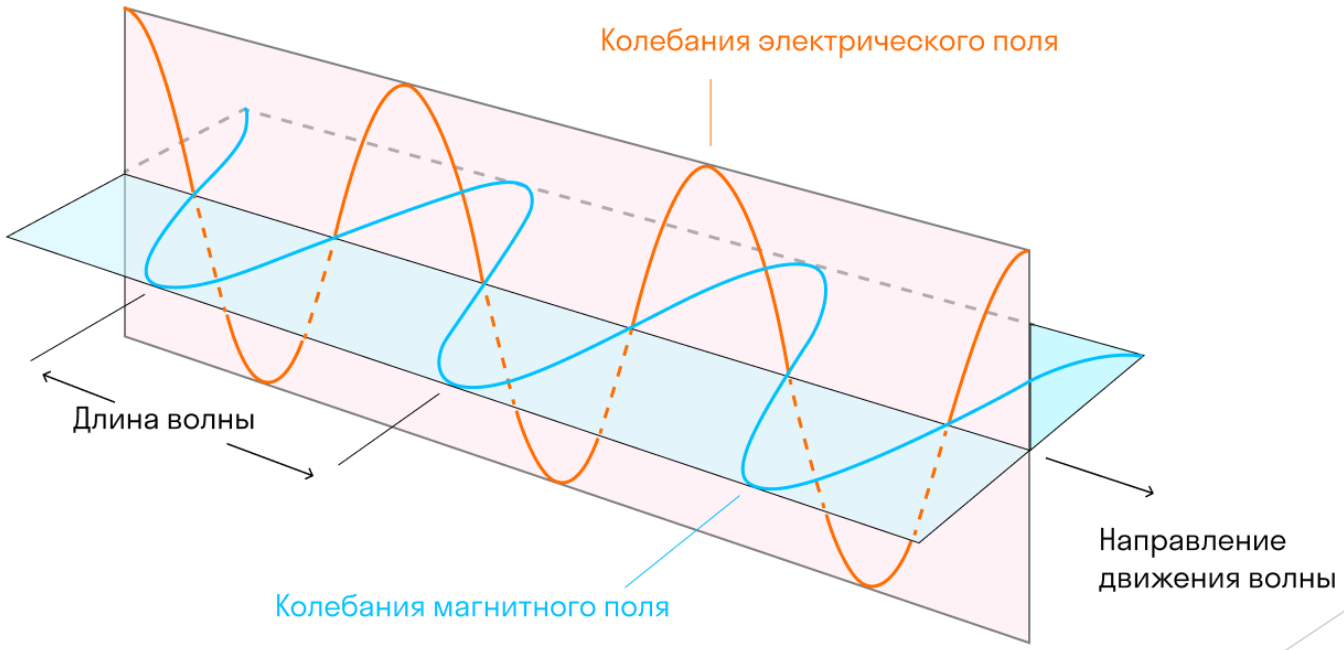




Электромагнитная волна

Электромагнитная волна – процесс распространения электромагнитных колебаний в пространстве. В электромагнитной волне вектора напряженности электрического поля E и индукции магнитного поля B перпендикулярны друг другу и направлению распространения волны.

Ускоренное движение заряженной частицы – основное условие излучения электромагнитных волн.



Электромагнитные волны в вакууме

Электромагнитные волны распространяются в вакууме.

Скорость распространения электромагнитных волн в среде конечная и вычисляется по формуле:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0 \mu \varepsilon}}$$

Абсолютный показатель преломления среды показывает во сколько раз скорость электромагнитной волны в данной среде меньше чем в вакууме:

$$n = \frac{c}{v}$$

- c – скорость электромагнитной волны в вакууме,
- v – скорость электромагнитной волны в данной среде