

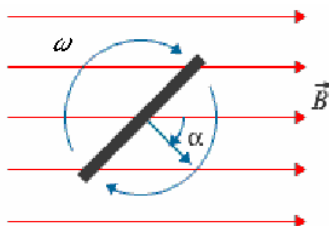
Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный электрический ток.

Содержание :

Принципы получения переменного тока	1
Нагрузка в цепи переменного тока :	1
- электрическая цепь с активной нагрузкой	1
- электрическая цепь с индуктивным сопротивлением	2
- электрическая цепь с емкостным сопротивлением	2
Резонанс в электрической цепи	3
Приложения	4

Принципы получения переменного тока

Ток, изменяющийся по направлению и величине по гармоническому закону, называется переменным.

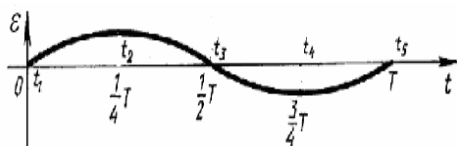


Наиболее простой способ получения переменного тока - использовать явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции возникает в том случае, если меняется поток вектора магнитной индукции. Магнитной поток $\Phi = BS \cos \alpha$ может измениться, если изменяется:

1. магнитное поле B ,
2. площадь контура S
3. угол α между нормалью и магнитным полем

При вращении рамки с постоянной угловой скоростью периодически меняется поток магнитной индукции, пронизывающий рамку. В рамке наводится переменная ЭДС индукции (см. приложение 1). Если цепь замкнута, то возникает индукционный ток, который непрерывно меняется по модулю, а через $1/2 T$ — по направлению.

Т. о. в рассматриваемом случае получаем изменение ЭДС, напряжение и силы тока:



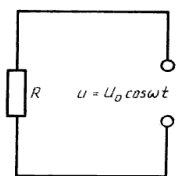
$e = \mathcal{E}_m \sin \omega t$ (см. приложение 2)
 $u = U_m \sin \omega t$
 $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$, где φ - разность фаз между колебаниями тока и напряжения.

Обратите внимание :

Колебания, возникающие в колебательной системе под действием периодически изменяющихся внешних сил, называются вынужденными.

Нагрузка в цепи переменного тока

Электрическая цепь с активной нагрузкой



$$i = I_m \cos \omega t$$

$$I = \frac{U}{R}$$

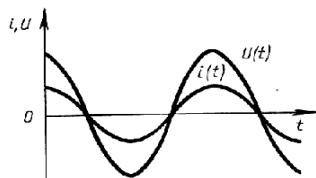
Электрические устройства, необратимо преобразующие электрическую энергию во внутреннюю, называются **активными сопротивлениями** (высокоомные провода, спирали нагревательных приборов, резисторы).

Мгновенное значение напряжения меняется по гармоническому закону

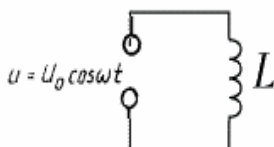
$$u = U_m \cos \omega t$$

Мгновенное значение силы тока пропорционально мгновенному значению напряжения и совпадает по фазе.

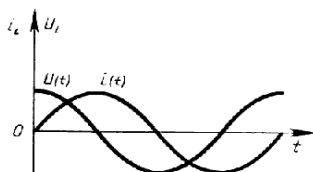
Закон Ома для цепи с активным сопротивлением:



Электрическая цепь с индуктивным сопротивлением



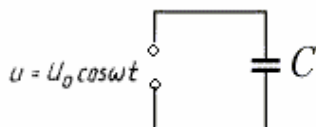
$$u = U_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$



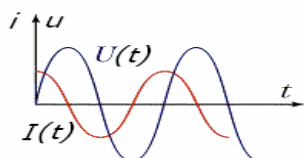
$$X_L = \omega L$$

$$I = \frac{U}{X_L}$$

Электрическая цепь с емкостным сопротивлением



$$i = I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$



$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$I = \frac{U}{X_C}$$

Физический смысл: индуктивное сопротивление связано с существованием ЭДС самоиндукции в цепи переменного тока, которая в любое мгновение времени противодействует изменению силы тока. ЭДС самоиндукции — причина индуктивного сопротивления.

Физический смысл: емкостное сопротивление обусловлено протеканием токов зарядки и разрядки конденсатора, т. е. изменению переменного тока в любое мгновение противодействует электрическое поле между обкладками конденсатора.

В проводнике с активным сопротивлением колебания силы тока совпадают с колебаниями напряжения по фазе.

Электрическое устройство обратимо преобразующее энергию источника тока в энергию магнитного поля катушки называется индуктивным сопротивлением.

Электродвигатели, электромагниты, трансформаторы обладают индуктивным сопротивлением.

Мгновенное значение силы тока:

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

Мгновенное значение напряжения

В электрической цепи с индуктивным сопротивлением колебания напряжения опережают колебания тока по фазе на $\pi/2$.

Индуктивное сопротивление.

Закон Ома для цепи с индуктивным сопротивлением.

Электрическое устройство обратимо преобразующее энергию источника тока в энергию электрического поля конденсатора называют емкостным сопротивлением.

Конденсатор в цепи переменного тока обладает емкостным сопротивлением.

Мгновенное значение напряжения:

$$u = U_m \sin \omega t$$

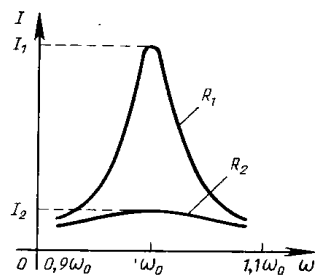
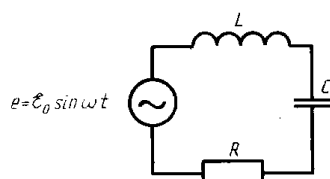
Мгновенное значение силы тока.

В электрической цепи с емкостным сопротивлением колебания тока отстают от колебаний напряжения по фазе на $\pi/2$.

Емкостное сопротивление.

Закон Ома для цепи с емкостным сопротивлением

Резонанс в электрической цепи



Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний тока при совпадении собственной частоты электрической цепи с частотой периодически действующей ЭДС.

$$\omega_0 = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Резонанс в цепи будет зависеть от ω и будет максимален при частоте, отвечающей условию:

$$X_C = X_L$$

при $R \rightarrow 0 \quad I \rightarrow \infty$

Зависимость тока в колебательном контуре от частоты при двух значениях R , где $R_2 > R_1$