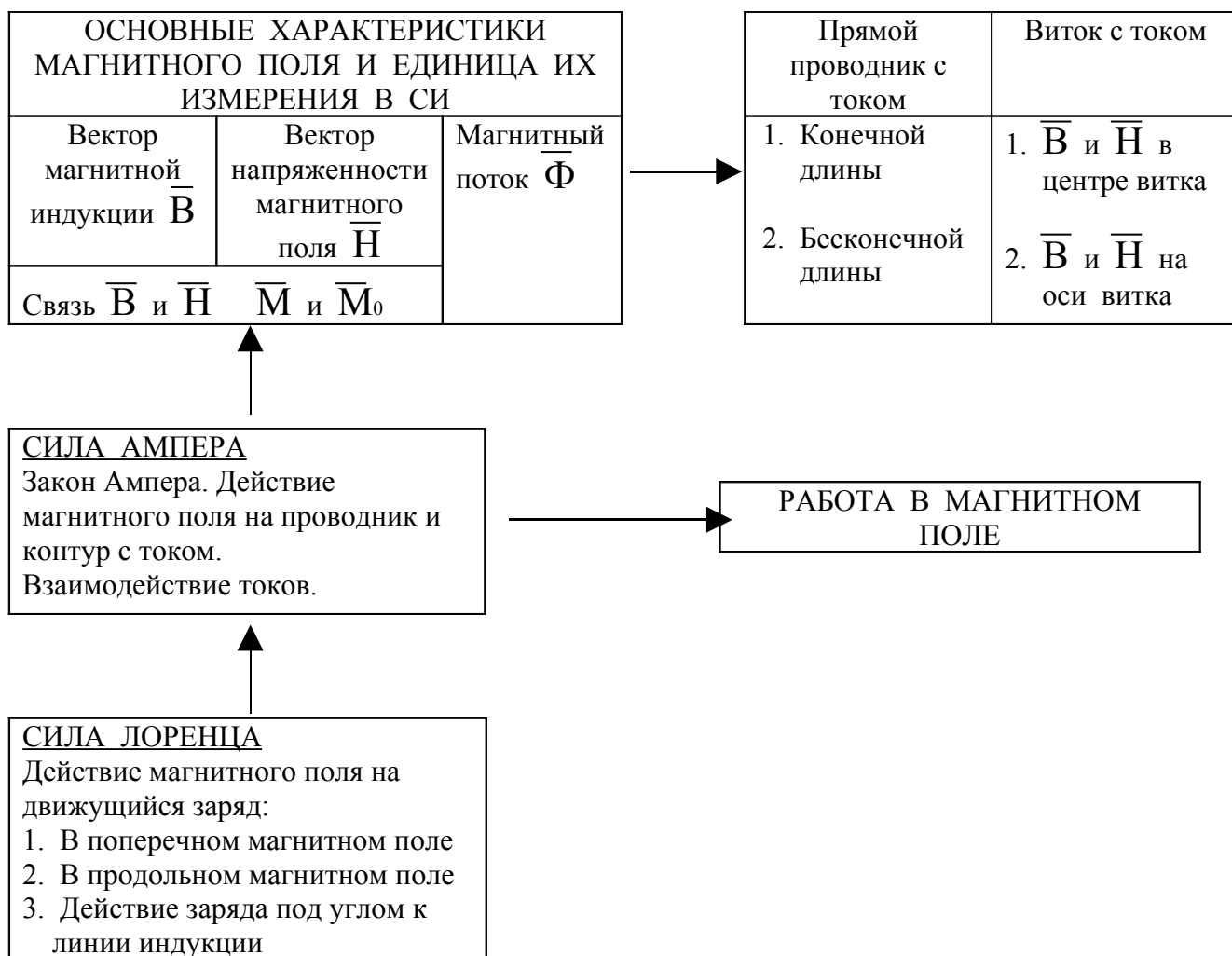
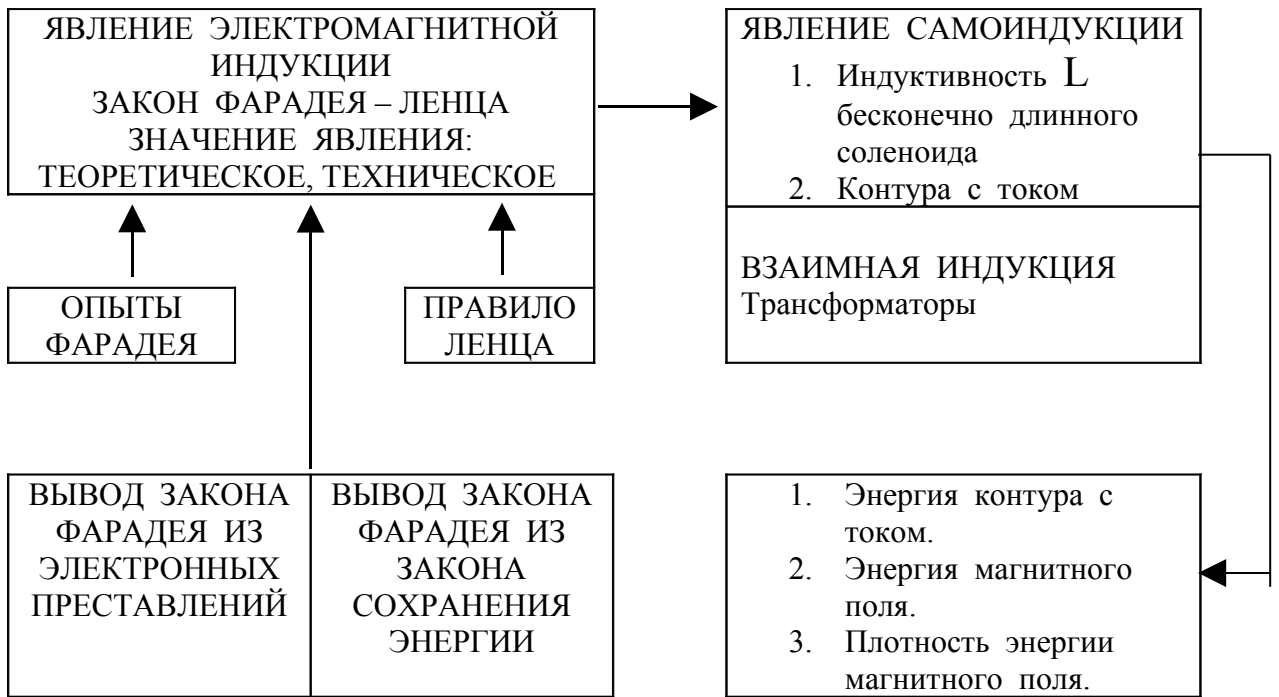


КАРТА СХЕМА ПРОРАБОТКИ ТЕМЫ
 “МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СТАЦИОНАРНЫХ ТОКОВ”



КАРТА СХЕМА ПРОРАБОТКИ ТЕМЫ
 “ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ. ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.”



МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

1. *Магнитное поле – это особая форма материи, которая существует реально, независимо от нас, от наших знаний и нем.*

Основные свойства магнитного поля:

Магнитное поле порождается электрическим током (движущимися зарядами);

Магнитное поле обнаруживается по действию на ток (движущиеся заряды);

Магнитное поле действует только на подвижные заряды с определенной силой.

2. Правила, определяющие направления магнитного поля (линий магнитной индукции):

а) правила буравчика для прямого проводника с током;

б) правило буравчика для кругового проводника с током;

в) правило соленоида.

Магнитное поле графически изображается в виде линий магнитной индукции.

2. Модуль вектора магнитной индукции.

$M \sim IS$

$M \sim IS$

$$B = \frac{M}{IS}$$

$$B = \frac{F}{Il}$$

Вектор магнитной индукции – это силовая характеристика магнитного поля.

4. Единица магнитной индукции.

$$B = 1 \frac{Nm}{Am^2} = \frac{H}{Am} = 1Tл \text{ (тесла)}$$

5. Направление вектора магнитной индукции.

Вектор магнитной индукции направлен по касательной к линиям магнитной индукции.

6. Магнитный поток.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi = 1Tл \cdot 1m^2 = 1Вб \text{ (вебер)}.$$

ВЕЩЕСТВО В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

1 Магнитная проницаемость среды.

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

Физическая величина, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в однородной среде \vec{B} отличается по модулю от индукции магнитного поля в вакууме \vec{B}_0 , называется магнитной проницаемостью среды μ .

2. Гипотеза Ампера.

Тела обладают магнитными свойствами вследствие того, что внутри молекул и атомов циркулируют элементы и электрические токи.



Электрон создает магнитное поле за счет орбитального движения вокруг атомного ядра, а также вследствие собственного «вращения»

3. Классификация веществ по их магнитным свойствам.

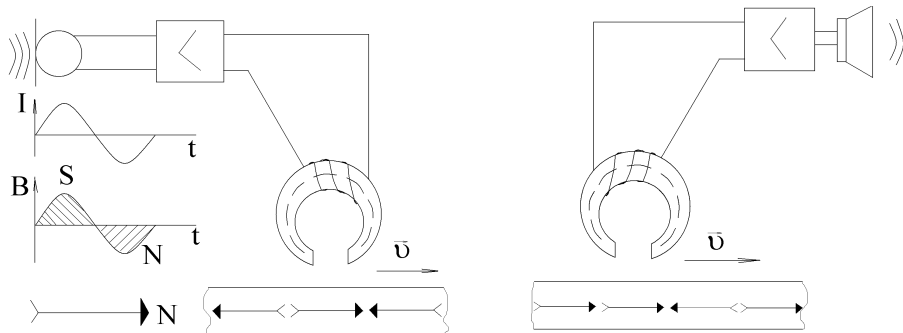
1. Диамагнетики — $\mu < 1$; $\mu_{\text{висм.}} = 0,9998$ (висмут, свинец, цинк, азот и др.);
2. Парамагнетики — $\mu > 1$; $\mu_{\text{Al}} = 1,00023$ (алюминий, кислород, натрий, магнит и др.).
3. Ферромагнетики — $\mu \gg 1$; $\mu_{\text{стали}} = 8 \cdot 10^3$ (железо, никель, кобальт и их сплавы).

Свойства ферромагнетиков:

- а) обладают остаточным магнетизмом;
 - б) μ зависит от индукция внешнего магнитного поля;
 - в) температура, при которой исчезают магнитные свойства ферромагнетика, называется точкой Кюри ($t_{\text{стали}} = 700—800^\circ \text{C}$).
4. Применение ферромагнетиков в технике.

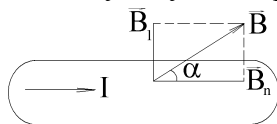
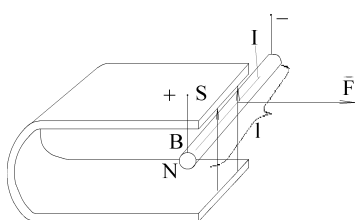
В роторах генераторов и электродвигателей, в сердечниках трансформаторов и электромагнитных реле, в ЭВМ, в телефонах, в микрофонах, на магнитных лентах и дисках.

5. Магнитная запись и воспроизведение звука.



ЗАКОН АМПЕРА

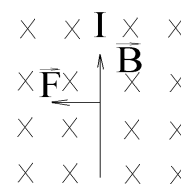
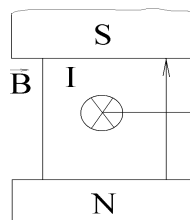
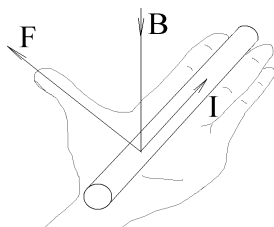
Закон Ампера определяет силу, действующую на проводник стоком в магнитном поле.



$$\alpha = \angle(BI)$$

$$F = Bl \sin \alpha \quad \text{– сила Ампера}$$

Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки.



Использование силы Ампера.

Электродвигатели.

Электроизмерительные приборы.

СИЛА ЛОРЕНЦА.

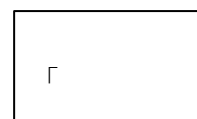
Сила Лоренца – сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле.

$$\alpha = \angle(Bv)$$

$$F = |q_0| v B \sin \alpha \quad \text{Сила Лоренца}$$

$$R = \frac{mv}{|q_0|B}$$

Радиус окружности
движения в магнитном поле



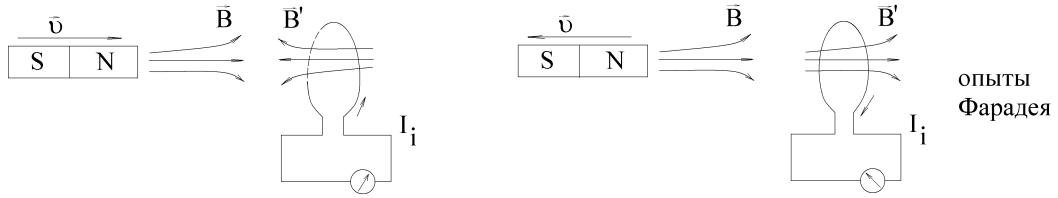
Период обращения
частицы в магнитном поле

Направление силы Лоренца определяется по правилу правой и левой руки.

Использование силы Лоренца.

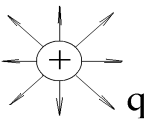
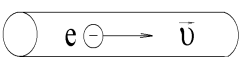
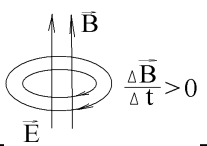
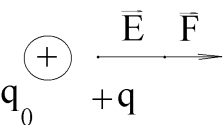
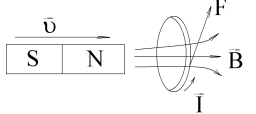
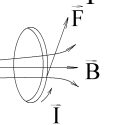

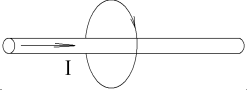

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

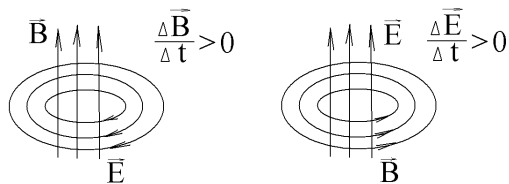
Явление электромагнитной индукции было обнаружено М. Фарадеем 29 августа 1831 года. В основе опытов Фарадея лежала идея, что если вокруг проводника с током возникает магнитное поле, то должно существовать и обратное явление — возникновение электрического тока в замкнутом проводнике под действием магнитного поля.



Если замкнутый контур проводника пронизывает переменное магнитное поле, в проводнике возникает ЭДС индукции, вызывающая появление электрического тока, называемого индукционным, а все явление называется электромагнитной индукцией

ВИХРЕВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Основные свойства поля	Вид поля		
	электрические	магнитное	вихревое электрическое
Источник поля	Электрический заряд 	Движущийся заряд-ток 	Изменяющееся магнитное поле 
Индикатор поля	Электрический заряд 	Движущийся заряд-ток 	Электрический заряд-ток 
Потенциальное или непотенциальное поле	Потенциальное	Непотенциальное (вихревое)	Непотенциальное (вихревое)
Линии поля	Незамкнутые 	замкнутые 	замкнутые 



Переменное электрическое поле возбуждает переменное магнитное, а переменное магнитное — переменное электрическое и т. д.

Электромагнитное поле — один из видов материи, характеризуемый наличием переменного электрического и магнитного полей, связанных непрерывным взаимным превращением.

ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

1. ЭДС индукции.

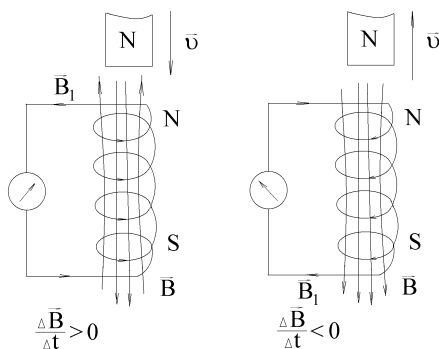
Работу сил вихревого электрического поля при перемещении единичного положительного заряда вдоль замкнутого контура называют электродвижущей силой индукции (\mathcal{E}_i).

2. Закон электромагнитной индукции:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{|\Delta t|}$$

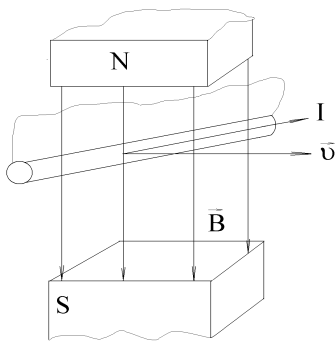
3. ЭДС индукции и направление индукционного тока в замкнутом круговом проводнике (в катушке).



$$\mathcal{E}_i = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \text{ЭДС индукции в катушке}$$

Направление индукционного тока определяется по правилу Ленца: возникающий в замкнутом контуре индукционный ток противодействует тому изменению магнитного потока, которым вызван данный ток.

4. ЭДС индукции и направление индукционного тока в прямолинейном проводнике движущемся в магнитном поле.



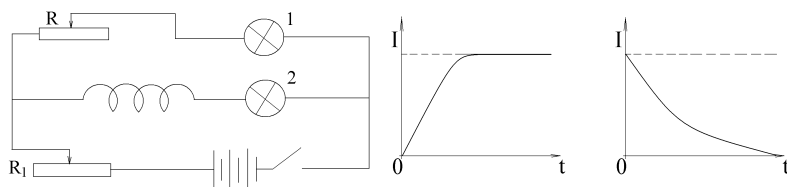
$$\mathcal{E}_i = Bl \sin \alpha \quad \alpha = \angle(Bv).$$

Направление индукционного тока, определяется правилом правой руки:

если ладонь правой руки расположить так, чтобы вектор магнитной индукции \vec{B} вошел в ладонь, а отставленный большой палец совпадал с направлением скорости проводника, то четыре вытянутых пальца укажут направление индукционного тока.

САМОИНДУКЦИЯ

При изменении силы тока в катушке происходит изменение магнитного потока, создаваемого этим током. Изменение магнитного потока, пронизывающего катушку, вызывает появление ЭДС индукции в катушке, называемой ЭДС самоиндукции. Под действием ЭДС самоиндукции в катушке появляется ток самоиндукции, который противодействует изменению основного тока в цепи, вызывающего это явление, называемое самоиндукцией.



Нарастание (убывание) тока с течением времени при замыкании (размыкании цепи).

Явление возникновения ЭДС в электрической цепи в результате изменения силы тока в этой же цепи называется самоиндукцией.

ИНДУКТИВНОСТЬ

$\Phi \sim B \sim I \Rightarrow \boxed{\Phi = LI}$ – магнитный поток самоиндукции контура,

где L — индуктивность контура или коэффициент самоиндукции (L зависит от размеров и формы проводника, от магнитных свойств среды).

$$\varepsilon_{is} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \text{– ЭДС самоиндукции}$$

Индуктивность — это физическая величина, численно равная ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока на 1А за 1с.

$$L = |\varepsilon_{is}|, \text{ при } \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1$$

Единица индуктивности

$$L = 1 \frac{B \cdot c}{A} = 1 \text{ Гн (Генри)}$$

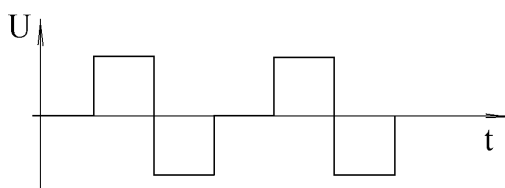
Индуктивность проводника равна 1 Гн, если в нем при изменении силы тока на 1А за 1с возникает $\varepsilon = 1$ В.

ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$\boxed{W_m = \frac{LI^2}{2}}$$

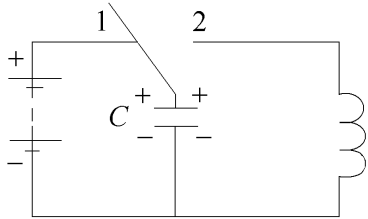
Чтобы создать в проводнике с индуктивностью L ток I , источник тока должен совершить против ЭДС самоиндукции работу, которая по закону сохранения энергии равна энергии магнитного поля тока и определяется по данной формуле.

Электрические колебания



Периодические или почти периодические изменения заряда, силы тока и напряжения называются

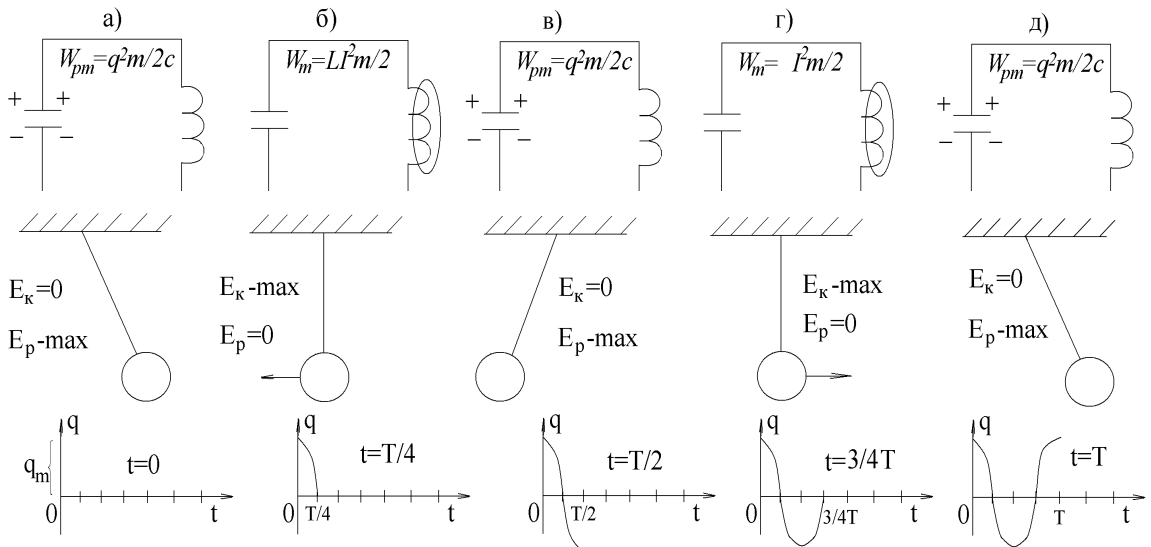
КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР



Электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой могут происходить свободные

$$W_p = \frac{q^2}{2c} \quad \text{Энергия электрического поля}$$

$$W = \frac{Li^2}{2} \quad \text{Энергия магнитного поля катушки}$$

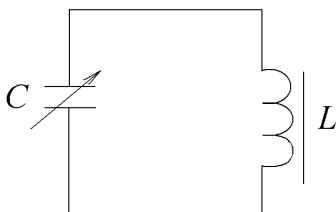


ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ЗАРЯДА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ В КОНТУРЕ
ОПИСЫВАЮТСЯ УРАВНЕНИЯМИ:

$$q = q_m \cos \omega_0 t \quad i = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad u = U_m \cos \omega_0 t$$

ЧАСТОТА И ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ В КОНТУРЕ.

НА ОСНОВАНИИ АНАЛОГИИ МЕЖДУ
МЕХАНИЧЕСКИМИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ
КОЛЕБАНИЯМИ, ГДЕ $M - L$; $K - 1/C^2$ ИМЕЕМ:



$$\omega_0 = \frac{1}{LC} \quad T = 2\pi\sqrt{LC}$$

формула Томсона

Переменный электрический ток

УСТРОЙСТВО, ПРЕОБРАЗУЮЩЕЕ МЕХАНИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ В
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ, НАЗЫВАЕТСЯ ГЕНЕРАТОРОМ.

Ток, периодически меняющийся по величине и направлению, называется переменным током.

ГАРМОНИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В
ГЕНЕРАТОРЕ.

$\Phi = BS \cos \omega t$ – формула изменения потока магнитной индукции

$e = BS \sin \omega t$ – формула изменения ЭДС индукции

$u = U_m \cos \omega t$ – формула изменения напряжения

$i = I_m \cos(\omega t + \varphi)$ – формула изменения напряжения

$\nu = 50$ Гц

– ЧАСТОТА ТОКА.

ГРАФИК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.

ГРАФИК ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Цепь переменного тока

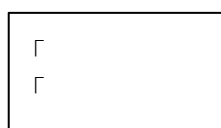
1. ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ СИЛЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ:

$$I = \frac{I_m}{2}$$

$$U = \frac{U_m}{2}$$

I – МГНОВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИЛЫ ТОКА – СИЛА ТОКА В ДАННЫЙ МОМЕНТ
ВРЕМЕНИ;

2. АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.



изменения
напряжения и

$$I_m = \frac{U_m}{R} \quad I = \frac{U}{R}$$

амплитудное и действующее
значение силы тока на R

В ПРОВОДНИКЕ С АКТИВНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ КОЛЕБАНИЯ СИЛЫ ТОКА
СОВПАДАЮТ ПО ФАЗЕ С КОЛЕБАНИЯМИ НАПРЯЖЕНИЯ.

3. ЕМКОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.



$$x_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi\nu c}$$

емкостное сопротивление

изменения

напряжения и

$$I_m = \frac{U_m}{x_c} \quad I = \frac{U}{x_c}$$

амплитудное и действующее
значение силы тока на C

КОЛЕБАНИЯ СИЛЫ ТОКА НА КОНДЕНСАТОРЕ ОПЕРЕЖАЮТ КОЛЕБАНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ НА $\pi/2$.

4. ИНДУКТИВНОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.

КОЛЕБАНИЯ СИЛЫ ТОКА НА КАТУШКЕ ОТСТАЮТ ОТ КОЛЕБАНИЙ
НАПРЯЖЕНИЙ НА $\pi/2$.

$$I_m = \frac{U_m}{x_l} \quad I = \frac{U}{x_l}$$

амплитудное и действующее
значение силы тока на L



изменения

напряжения и

$$x_l = \omega L = 2\pi\nu L$$

индуктивное
сопротивление

Резонанс в электрической цепи

Главное условие резонанса – совпадение частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой колебательного контура.

Использование резонанса в радиосвязи.

Резонансом в электрическом колебательном контуре называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой колебательного контура.

АВТОКОЛЕБАНИЯ. ГЕНЕРАТОР НА ТРАНЗИСТОРЕ

Системы, в которых генерируются незатухающие колебания за счет поступления энергии от источника внутри системы, называются автоколебаниями.

Любая автоколебательная система состоит:

Генератор незатухающих колебаний.

Колебания, существующие в системе без воздействия на нее внешних периодических сил, называются автоколебаниями.

ТРАНСФОРМАТОР

Трансформатором называется статистический электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток той же частоты, но другого напряжения.

1. Холостой ход трансформатора.

Условия режима – холостой ход:

1. Электропитание первичной обмотки U_1 .
2. Разомкнута вторичная цепь, $R_n = \infty$.

Следствия:

1. $I_1 = I_0$ – ток холостого хода (самый малый, так как ЭДС самоиндукции E_1 согласно закону Ленца направлена против приложенного напряжения U_1 , а благодаря большой индуктивности катушки $E_1 \approx U_1$, то есть $E_1 - U_1 \rightarrow 0$, а значит $I_0 \rightarrow \min$)

2. $U_2 = E_2$
 $I_2 = 0$

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{коэффициент трансформации}$$

2. Рабочий режим трансформатора.

Условия рабочего режима:

1. Электропитание первичной обмотки U_1 .
2. Нагрузка на вторичной обмотке R_n .

Следствия:

1. Рост I_1 – до рабочего значения, напряжение U_1 .
2. Рабочий ток во вторичной обмотке I_2 , напряжение U_2 .

$$P_1 \approx P_2 \quad U_1 I_1 \approx U_2 I_2 \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% \quad \text{– КПД трансформатора}$$

3. Режим короткого замыкания трансформатора.

Условия режима – короткое замыкание:

1. Электропитание первичной обмотки U_1 .
2. Замыкание выводов вторичной обмотки без нагрузки, т.е. $R_n = 0$.

Следствия:

1. $I_2 \rightarrow \max$.
2. Электрическая и тепловая перегрузка системы.

ПРОИЗВОДСТВО, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.

1. Производство электроэнергии.

Тип электростанций	ТЭС	ТЭЦ	ГЭС	АЭС
КПД электростанций	40%	70%	95%	20%
% от всей вырабатываемой электроэнергии	40%		20%	10%

Преобразование энергии:

на ТЭС $U_m \rightarrow U_n \rightarrow E_{кп} \rightarrow E_{км} \rightarrow W_{эл}$

на ГЭС $E_{рв} \rightarrow E_{кв} \rightarrow E_{км} \rightarrow W_{эл}$

2. Использование электроэнергии.

Сферы хозяйства	Количество используемой электроэнергии, %
Промышленность	70
Транспорт	15
Сельское хозяйство	10
Быт	4

Удвоение потребления электроэнергии происходит за 10 лет

3. Передача и распределение электроэнергии.

1% потерь электроэнергии в сутки – 0,5 млн. руб. убытка.

Для уменьшения тепловых потерь в линиях электропередачи (ЛЭП) можно увеличить сечение проводников S , что экономически невыгодно, либо уменьшить силу тока I . Чтобы передаваемая мощность $P=IU$ осталась неизменной при уменьшении силы тока, необходимо увеличить напряжение U в ЛЭП ($U=500$ кВ; 750 кВ; 1150 кВ – ЛЭП)

$$Q = I^2 R \Delta t, \text{ где } R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow Q = I^2 \frac{l}{S} \Delta t$$

Схема передачи и распределения электроэнергии

- 1 – генератор переменного тока;
- 2 – повышающий трансформатор;
- 3 – ЛЭП;
- 4,5,6 – понижающие трансформаторы;
- 7 – потребитель.

