

РАЗДЕЛ-2**БЛОК - 6****БЛОК-6****ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ**

В данном блоке рассматриваются свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре и его основные характеристики. Изучается переменный ток и его поведение на резисторе, катушке и конденсаторе. Рассматривается резонанс в электрической цепи

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 6
ОК – 11.6.25	2	§27,28	1-8
1.История открытия электромагнитных колебаний			
2.Свободные электромагнитные колебания			
3.Вынужденные электромагнитные колебания			
4.Возникновение колебаний в колебательном контуре			
5.Превращение энергии в колебательном контуре			
ОК – 11.6.26	5	§29,30	9-13
1.Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями			
2.Уравнения, описывающие свободные электромагнитные колебания			
ОК – 11.6.27	8	§31	14-21
1.Переменный ток			
2.Мощность переменного тока			
ОК – 11.6.28	11	§32,33,34	22-33
1.Цепь переменного тока с активным сопротивлением			
2.Цепь переменного тока с ёмкостным сопротивлением			
3.Цепь переменного тока с индуктивным сопротивлением			
ОК – 11.6.29	14	§35,36	34-41
1.Резонанс в электрической цепи			
2.Автоколебания			
<i>Повторим теорию «Электром. Колебания»</i>			Лист - 6

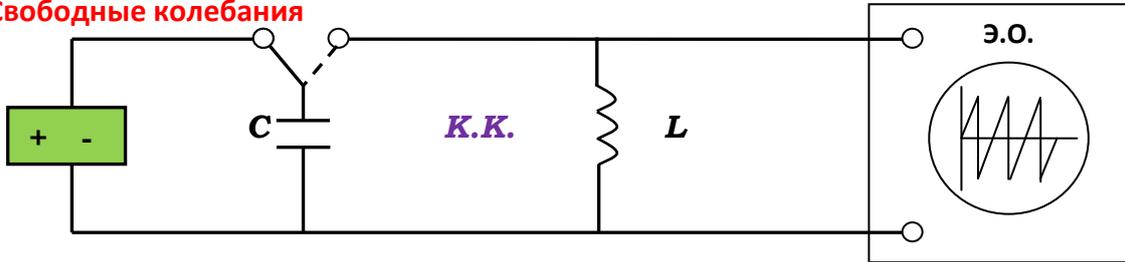
ОК – 11.6.25

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

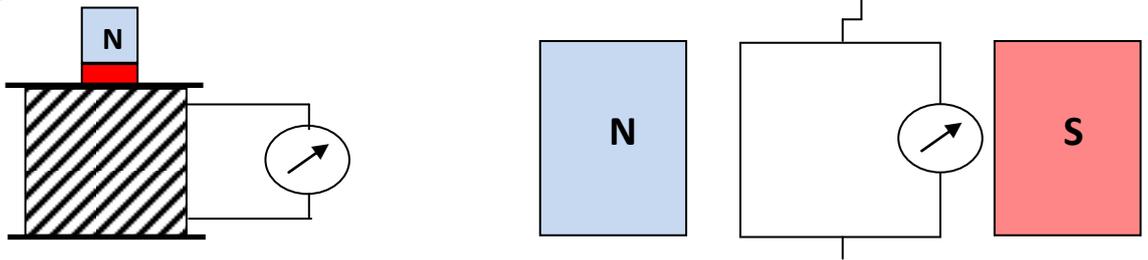
1.История.....1826г. Савари – где юг,север?

1842г. Генри, 1862г. Гельмгольц – электрические колебания

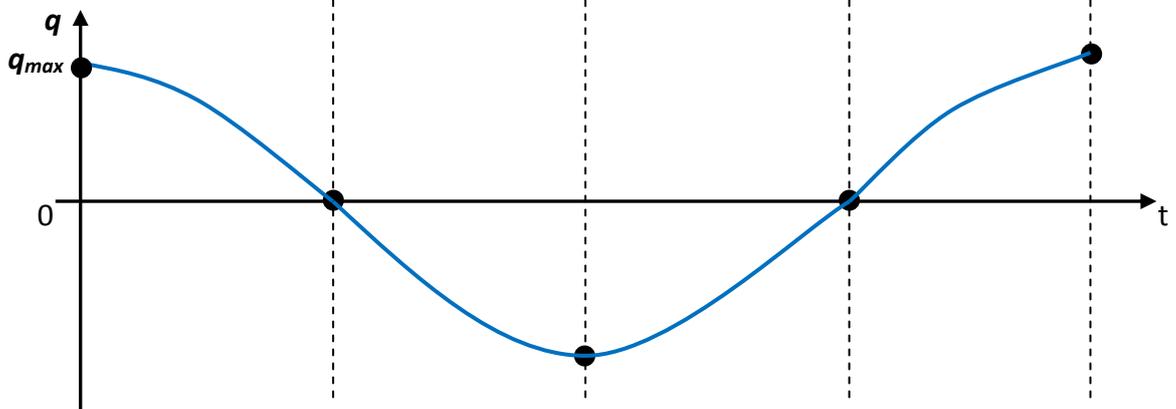
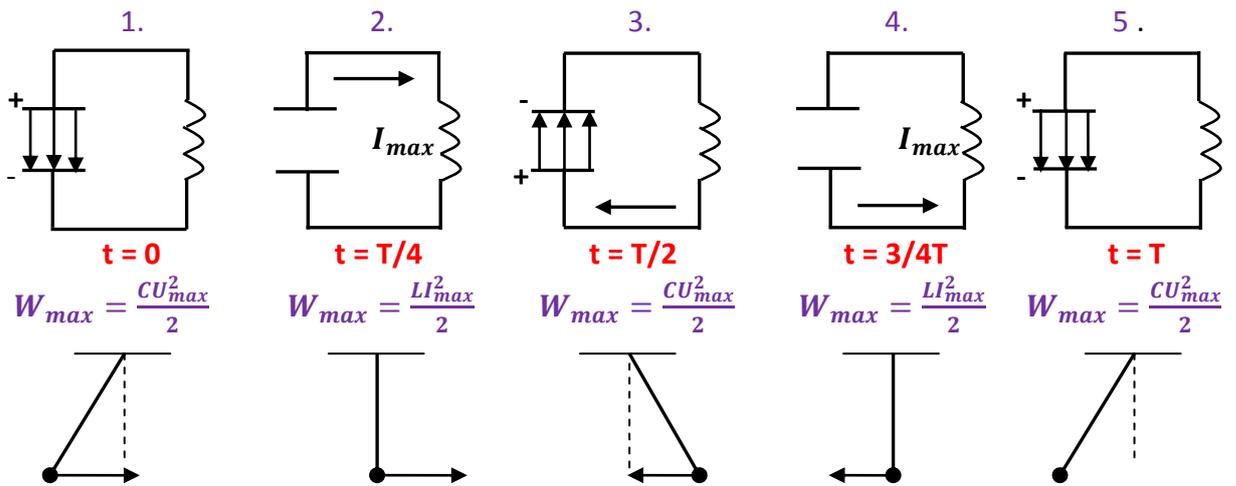
2.Свободные колебания



3.Вынужденные колебания



4.Возникновение колебаний в К.К.



Пояснения к ОК – 11.6.25

1. Свободные и вынужденные электромагнитные колебания

В 1826г. Савари обнаружил, что при намагничивании стальной спицы внутри катушки и при разряде через лейденскую банку не удастся заранее предсказать какой конец спицы будет северным полюсом, а какой южным..

В 1842г. Генри и в 1862г. Гельмгольц пришли к выводу, что разряд лейденской банки состоит не из одного перехода электричества с одной обкладки на другую, а из целой серии быстро затухающих электрических колебаний. Было замечено, что если обкладки конденсатора соединить небольшим сопротивлением, то разряд имеет колебательный характер. Оказалось, что кроме механических колебаний существуют еще и электромагнитные колебания.

Электромагнитными колебаниями называются периодические или почти периодические изменения заряда, силы тока и напряжения.

Зарядим конденсатор от источника постоянного тока, замкнем конденсатор на катушку индуктивности. На экране осциллографа мы увидим осциллограмму, которая свидетельствует о том, что в образовавшейся цепи появились электромагнитные колебания.

*Цепь, состоящая из конденсатора и катушки индуктивности, называется колебательной системой или **колебательным контуром**.*

Эти колебания являются свободными, т.к. они возникают после того, как конденсатору сообщается заряд. Эти колебания не навязываются извне, а зависят от параметров контура.

В электрической цепи можно получить и вынужденные колебания. Вспомните опыты Фарадея.

Вынужденные колебания можно получить и при вращении проволочной рамки в однородном магнитном поле.

2. Возникновение колебаний в колебательном контуре

1. Зарядим конденсатор от источника постоянного напряжения, при этом в нём накапливается определенное количество энергии. Этой энергией обладает электрическое поле конденсатора.

2. После присоединения конденсатора к катушке индуктивности в ней возникает электрический ток и связанное с этим током магнитное поле. При возникновении магнитного поля в катушке возникает индукционное электрическое поле, которое по правилу Ленца препятствует нарастанию силы тока в катушке.

Из-за этого сила тока в контуре нарастает не скачком, а постепенно. Конденсатор постепенно разряжается, а когда окажется полностью разряженным, сила тока в катушке достигнет максимума. Вся энергия будет сосредоточена в катушке.

3. Сила тока начинает убывать, это приводит к появлению индукционного электрического поля, которое препятствует убыванию силы тока в катушке. Но в контуре начинается перезарядка конденсатора, она закончится, когда сила тока в катушке станет равной нулю.

4 и 5. Аналогично пп.2 и 3.

Как и в случае механических колебаний за один период колебаний происходит два цикла превращения энергии.

$$W_{\text{э}} \rightarrow W_{\text{м}} \rightarrow W_{\text{э}} \rightarrow W_{\text{м}} \rightarrow W_{\text{э}} \dots$$

Полная энергия в любой момент времени равна сумме энергий электрического и магнитного полей.

$$W_{\text{п}} = W_{\text{э.п.}} + W_{\text{м.п.}} = \frac{CU^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$$

При максимальных значениях I_m и Um полная энергия будет равна либо максимальной энергии электрического поля, либо максимальной энергии магнитного поля

$$W_{\text{п}} = W_{\text{э.п.}} = W_{\text{м.п.}} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Li^2}{2}$$

Если бы не было потерь энергии, то процесс продолжался бы сколь угодно долго. Колебания были бы незатухающими.

Но катушка и соединительные провода обладают сопротивлением, и это ведёт к постепенному превращению энергии электромагнитного поля во внутреннюю энергию.

ОК – 11.6.26

АНАЛОГИЯ МЕЖДУ МЕХАНИЧЕСКИМИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

$x \rightarrow q$	$\frac{mV^2}{2} \rightarrow \frac{Li^2}{2}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$V_x \rightarrow i$		
$k \rightarrow \frac{1}{C}$	$\frac{kx^2}{2} \rightarrow \frac{CU^2}{2}$	$T = 2\pi\sqrt{LC}$ формула Томсона (Кельвина)
$m \rightarrow L$		

Уравнения, описывающие свободные электромагнитные колебания

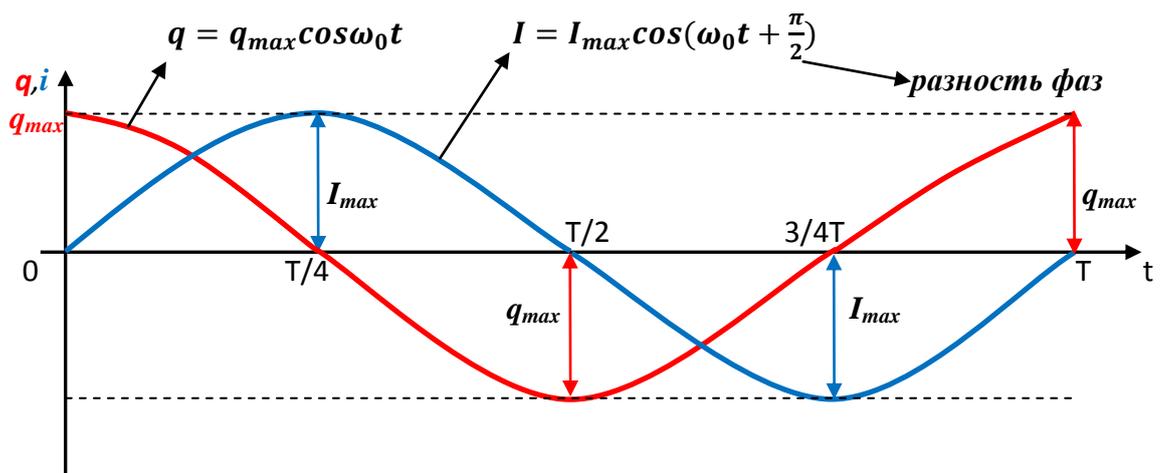
$$q = q_{\max} \cos \omega_0 t$$

$$U = U_{\max} \cos \omega_0 t$$

$$i = I_{\max} \cos(\omega_0 t + \pi/2)$$

Колебания силы тока опережают по фазе на $\pi/2$ колебания заряда.

Колебания напряжения совпадают по фазе с колебаниями заряда.



Пояснения к ОК – 11.6.26

1.Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями

Проведём сопоставление величин, характеризующих механические и электромагнитные колебания.

1. При механических колебаниях, периодически изменяется координата x и проекция скорости V_x , при электромагнитных колебаниях меняется сила тока i и заряд q .

$$V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ а } i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

2. При механических колебаниях, возвращение тела к положению равновесия вызывается силой упругости (для пружинного маятника).

$$F_{\text{упр}} = -kx, \text{ т. е. } F_{\text{упр}} \sim x, \text{ где } k - \text{ коэффициент}$$

Разрядка конденсатора обусловлена напряжением

$$U = \frac{1}{c}q, \text{ т. е. } U \sim q, \text{ где } \frac{1}{c} - \text{ коэффициент}$$

$$\text{т. е. } k \text{ соответствует } \frac{1}{c}$$

3. Масса тела m соответствует индуктивности L

4. Кинетическая энергия соответствует энергии магнитного поля тока.

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$$

5. Потенциальная энергия тела, закреплённого на пружине, соответствует энергии конденсатора

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{CU^2}{2}$$

6. Используя соответствия величин, можно записать чему равна циклическая частота свободных колебаний, т.е. число колебаний за 2π с.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

7. А теперь можно получить формулу для вычисления периода свободных колебаний. Эта формула называется формулой Томсона (Кельвина) в честь английского физика.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

8. Зная период можно получить формулу для вычисления частоты колебаний, т.е. число колебаний в единицу времени.

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

2. Уравнения, описывающие свободные колебания

$$x = x_m \cos \omega_0 t \rightarrow q = q_m \cos \omega_0 t$$

$$i = q' = -q_m \omega_0 \sin \omega_0 t = q_m \omega_0 \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right), \text{ где } q_m \omega_0 = I_m$$

$$i = I_m \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right)$$

т.е. колебания силы тока опережают по фазе на $\pi/2$ колебания заряда.

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q_m \cos \omega_0 t}{C} = U_m \cos \omega_0 t$$

т.е. колебания напряжения совпадают по фазе с колебаниями заряда.

4. Энергия электромагнитных колебаний в контуре

Энергия электрического поля конденсатора

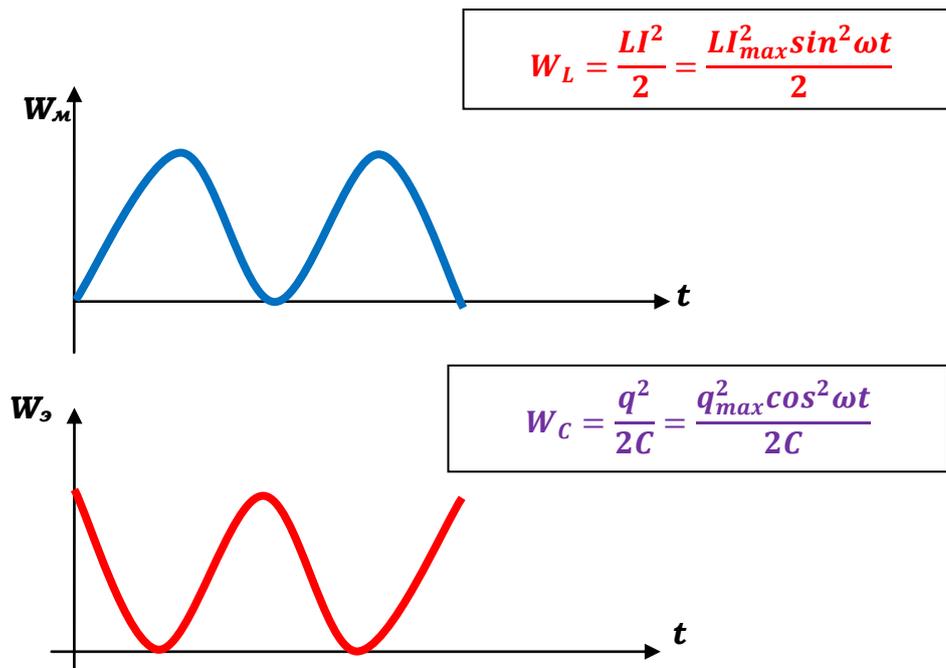
$$W_c = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_{\max}^2 \cos^2 \omega t}{2C}$$

Энергия магнитного поля катушки

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2 \sin^2 \omega t}{2}$$

Вывод: колебания энергий происходят с частотой в 2 раза превышающей частоту колебаний заряда, силы тока и напряжения.

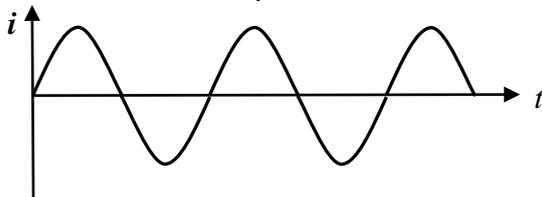
Графики колебаний энергий электрического и магнитного полей



ОК – 11.6.27

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

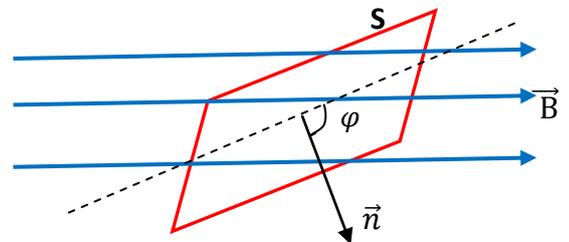
- ток, периодически, меняющийся по величине и направлению



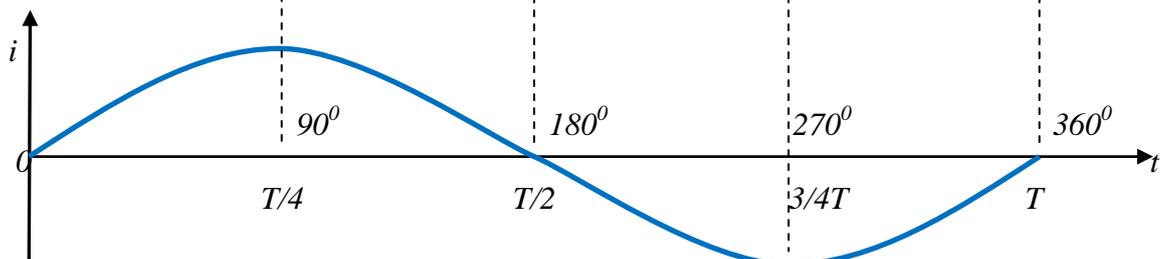
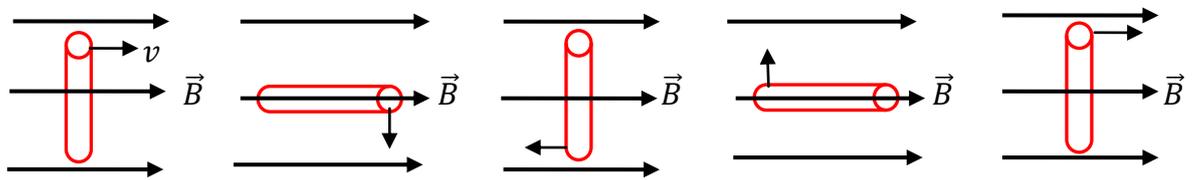
ГЕНЕРАТОРЫ

$\nu_{\text{промышл.}} = 50 \text{ Гц}$

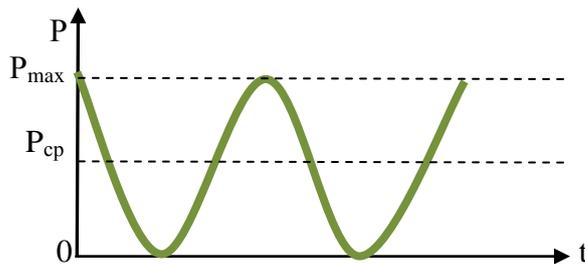
В основу работы генератора положено явление вращения витка провода в однородном магнитном поле



$\Phi = BS \cos \omega t$; $\varepsilon = -\dot{\Phi} = BS \omega \sin \omega t = \varepsilon_m \sin \omega t$; $U = U_m \cos \omega t$; $i = I_m \sin \omega t$



МОЩНОСТЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



$P = I_m U_m \cos^2 t$ - мгновенная

$P_{max} = I_m U_m$ - амплитудное значение

$P = IU \cos \phi$ - средняя

$\cos \phi$ – коэффициент мощности

$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

-действующее значение силы тока

$U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

-действующее значение напряжения

Амперметры и вольтметры измеряют эти значения

Пояснения к ОК – 11.6.27

1.Переменный ток

Свободные электромагнитные колебания в контуре быстро затухают и поэтому они практически не применяются. Но не затухающие вынужденные колебания имеют практическое значение.

Переменный ток в осветительной сети представляет собой не что иное, как вынужденные электрические колебания.

Стандартная частота промышленного переменного тока равна 50 Гц. Это означает, что за 1с ток 50 раз течет в одну сторону и 50 раз в обратную. Переменное напряжение создается генераторами на электростанциях. В основу работы генератора переменного тока положено явление вращения витка провода в однородном магнитном поле.

Пусть плоский виток имеет площадь S и вектор магнитной индукции B составляет с нормалью n угол φ . При этом виток пусть вращается в этом однородном магнитном поле. Магнитный поток через площадь витка в этом случае будет меняться по закону: $\Phi = BS\cos\varphi$ ($\varphi = \omega t$).

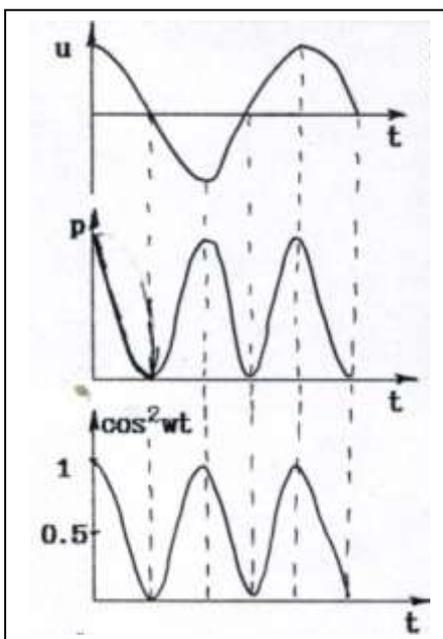
Изменения магнитного потока создают ЭДС индукции в витке, согласно закону электромагнитной индукции

$$e = \Phi' = -BS(\cos\omega t)' = BS\sin\omega t = E_m\sin\omega t$$

В дальнейшем будут рассматриваться вынужденные колебания, происходящие в цепях под действием напряжения, меняющегося с частотой ω .

Но колебания силы тока не обязательно должны совпадать по фазе с колебаниями напряжения.

На рисунке показано, как возникает переменный ток при вращении рамки в однородном магнитном поле.

2.Мощность переменного тока

При совпадении фазы колебаний силы тока и напряжения, мгновенная мощность переменного тока равна

$$p = iU = I_m U_m \cos^2 \omega t$$

$I_m P_m = P_m$ - амплитудное значение мощности. Среднее значение квадрата косинуса за период равно 0,5 (см.рис.), поэтому среднее значение мощности равно:

$$P = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m^2 R}{2}$$

Для того, чтобы формула для расчета мощности переменного тока совпадала по форме с аналогичной формулой для постоянного тока ($P = I^2 R$), вводятся понятия действующих значений силы тока и напряжения.

Из равенства мощностей $I^2 R = I_m^2 \frac{R}{2}$ получаем действующее значение силы тока. Аналогично можно получить и действующее значение напряжения. Действующее значение силы тока равно силе такого постоянного тока, при котором средняя мощность, выделяющаяся в проводнике в цепи переменного тока, равная мощности, выделяющейся в том же проводнике в цепи постоянного тока.

Амперметры и вольтметры переменного тока измеряют действующие значения силы тока и напряжения.

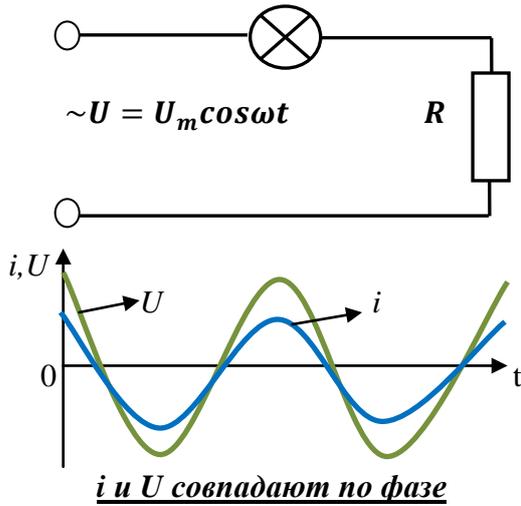
Средняя мощность P переменного тока при совпадении фаз колебаний силы тока и напряжения равна произведению действующих значений силы тока и напряжения.

А в реальных электрических цепях для расчета мощности пользуются формулой $P = IU \cos \varphi$, где $\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ОК – 11.6.28

1. Цепь переменного тока с активным сопротивлением (R)



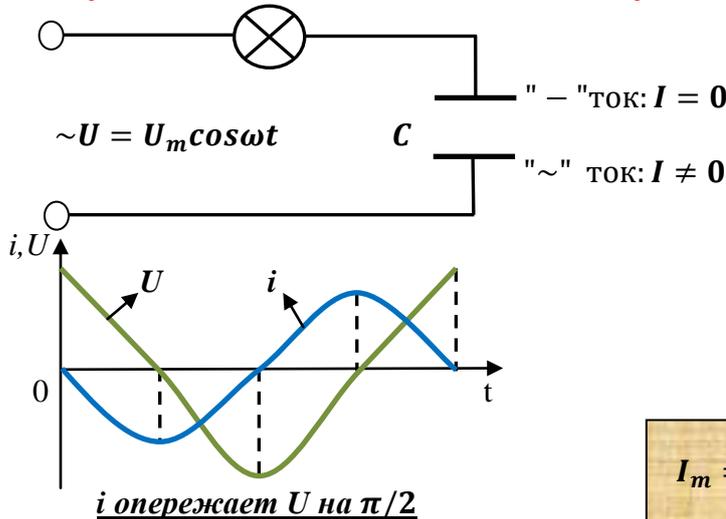
$$U = U_m \cos \omega t$$

$$I = I_m \cos \omega t$$

Активное сопротивление:
 -ограничивает силу тока в цепи;
 -необратимо преобразует подводимую к нему энергию во внутреннюю

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

2. Цепь переменного тока с ёмкостным сопротивлением (Xc)



Причина:
 Э.П. конденсатора противодействует полю источника

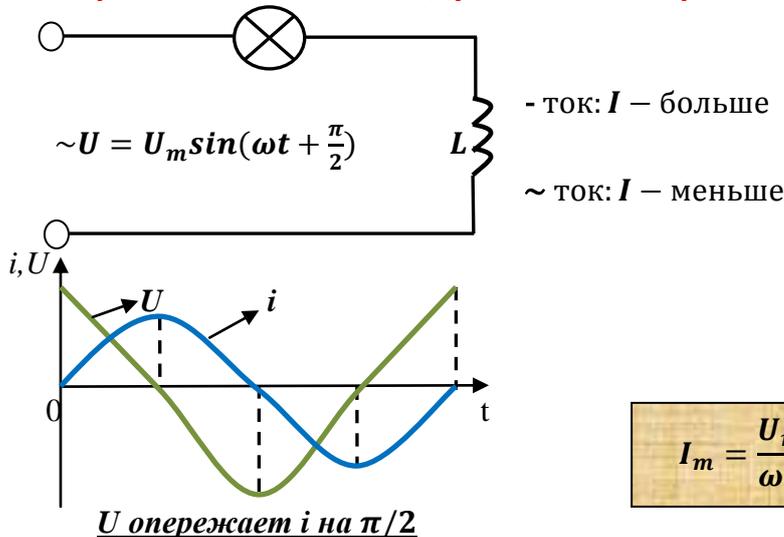
$$q = C U_m \cos \omega t$$

$$I = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$I_m = \frac{U_m}{1/\omega C} = \frac{U_m}{X_c}$$

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

3. Цепь переменного тока с индуктивным сопротивлением (Xl)



Причина:
 индукционное поле

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

$$U = U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L} = \frac{U_m}{X_L}$$

$$X_L = \omega L$$

Пояснения к ОК – 11.6.28

1. Цепь переменного тока с активным сопротивлением

Пусть цепь состоит из соединительных проводов и нагрузки с малой индуктивностью и большим сопротивлением. Это сопротивление будем называть **активным**, т. к. при наличии нагрузки с этим сопротивлением, цепь поглощает энергию, поступающую от генератора. Эта энергия превращается во внутреннюю энергию проводников - они нагреваются.

Будем считать, что напряжение на зажимах цепи меняется по гармоническому закону: $U = U_m \cos \omega t$. Для нахождения мгновенного значения силы тока можно применить закон Ома:

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m \cos \omega t}{R} = I_m \cos \omega t$$

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

2. Емкость в цепи переменного тока

Постоянный ток не может существовать в цепи, содержащей конденсатор. При этом цепь оказывается разомкнутой, т.к. обкладки конденсатора разделены диэлектриком.

При прохождении переменного тока происходит периодическая перезарядка и разрядка конденсатора под действием переменного напряжения. Лампа накаливания, включенная последовательно с конденсатором кажется горячей непрерывно, т.к. человеческий глаз при высокой частоте колебаний силы тока не замечает периодического ослабления свечения лампы.

Пусть напряжение на конденсаторе изменяется по закону:

$$U = \frac{q}{C} = U_m \cos \omega t$$

оно же будет равно напряжению на концах цепи.

Заряд конденсатора будет меняться по гармоническому закону

$$q = CU_m \cos \omega t$$

Сила тока будет равна: $i = q' = -C\omega U_m \sin \omega t = U_m C\omega \cos(\omega t + \pi/2)$

Колебания силы тока, по фазе опережают колебания напряжения на конденсаторе на $\pi/2$.

Это означает, что в момент, когда конденсатор заряжается, сила тока максимальна, а напряжение равно нулю и т.д.

Амплитуда силы тока будет равна: $I_m = U_m \omega C \rightarrow I_m = \frac{U_m}{1/\omega C}$

$$\frac{1}{\omega C} = X_C - \text{ёмкостное сопротивление } (\omega = 2\pi\nu)$$

Причина этого сопротивления: *электрическое поле зарядов на обкладках конденсатора противодействует полю источника тока.*

Отличия ёмкостного сопротивления от активного заключается в том, что активное сопротивление ограничивает силу тока в цепи и полностью и необратимо преобразует подводимую энергию, а ёмкостное сопротивление только ограничивает силу тока.

Это свойство ёмкостного сопротивления используют для ограничения силы тока, протекающего через приборы небольшой ёмкости (например, в электробритвах).

3. Индуктивность в цепи переменного тока

Если к источнику переменного напряжения подключить катушку индуктивности, то можно заметить, что сила тока в цепи станет меньше. Для постоянного тока катушка индуктивности представляет большое сопротивление.

При протекании переменного тока через катушку благодаря явлению самоиндукции возникает индукционное электрическое поле, которое препятствует полю, создаваемому генератором.

Индукционное поле и является причиной индукционного сопротивления.

В цепи с большой индуктивностью сила тока меняется по гармоническому закону:

$$\begin{aligned} i &= I_m \sin \omega t, \\ \varepsilon_i &= -L i', \\ \varepsilon_i &= -L \omega I_m \cos \omega t \\ \varepsilon_i &= -U \\ U &= L \omega I_m \cos \omega t = L \omega I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \end{aligned}$$

Колебания напряжения опережают по фазе колебания силы тока на $\pi/2$. (или, что тоже самое, колебания силы тока отстают от колебаний напряжения на $\pi/2$).

$$L \omega I_m = U_m, \Rightarrow I_m = \frac{U_m}{L \omega} = \frac{U_m}{X_L}$$

$X_L = \omega L$ – индуктивное сопротивление

Для чего в электрические цепи промышленных предприятий включают батареи конденсаторов?

Электродвигатели, трансформаторы, аппаратура управления - кроме активного сопротивления, обладают и индуктивным сопротивлением. В этом случае возникает сдвиг фаз между силой тока и напряжением (сила тока отстает от напряжения), что приводит к неэффективному расходу электроэнергии. При ёмкостном сопротивлении сила тока опережает напряжение. Следовательно, при увеличении емкости батареи конденсаторов сдвиг фаз между силой тока и напряжением приближается к единице. Контролируется сдвиг фаз с помощью прибора - **фазометра**.

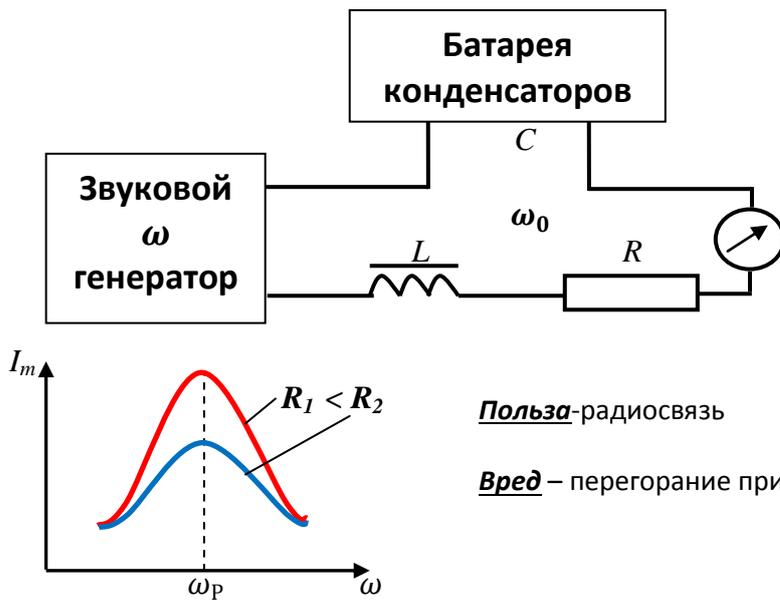
Закон Ома для полной цепи переменного тока

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ - полное сопротивление

РЕЗОНАНС В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

ОК – 11.6.29

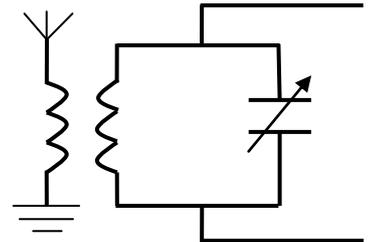


Главное условие:

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

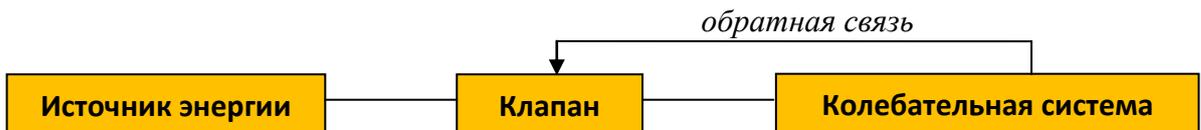
Польза – радиосвязь

Вред – перегорание приборов

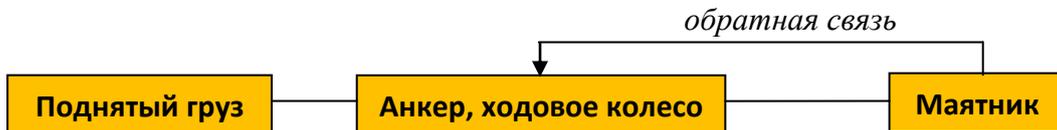


АВТОКОЛЕБАНИЯ

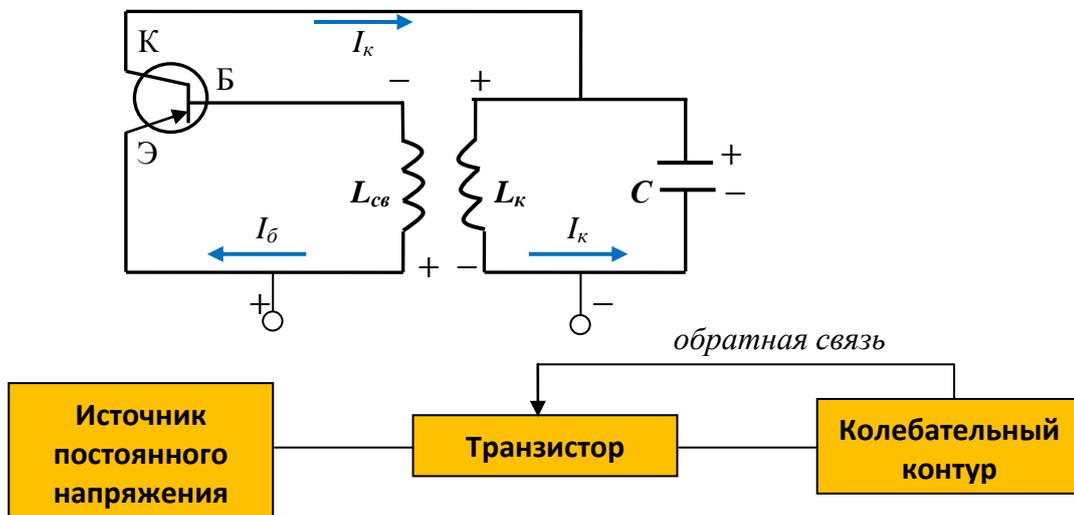
-колебания, существующие в системе без воздействия на неё внешних периодических сил



а) маятниковые часы – Гюйгенс – 1657г.



б) автогенератор на транзисторе – преобразует энергию постоянного тока в энергию переменного тока различной частоты



Пояснения к ОК – 11.6.29

1. Явление резонанса в электрической цепи

Резонанс наблюдается и в электрической цепи. Если в механических колебаниях резонанс хорошо выражен при малом трении, то в электрической цепи роль коэффициента трения выполняет активное сопротивление. Причём, если активное сопротивление мало, то собственная частота колебаний в контуре определяется формулой

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

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

Резонанс можно наблюдать на следующей установке (см.рис).

Увеличивая постепенно частоту колебаний внешнего напряжения, можно наблюдать, как изменяется сила тока в цепи, измеряемая амперметром.

Зависимость амплитуды силы тока от частоты при различных сопротивлениях можно показать на рисунке.

С увеличением сопротивления говорить о резонансе нет смысла.

Явление электрического резонанса используется, при осуществлении радиосвязи. Радиоволны от различных передающих станции возбуждают в антенне переменные токи различных частот, т.к. каждая радиостанция работает на своей частоте. Колебательный контур выделяет только колебания, частота которых равна собственной частоте контура. Настройка на нужную частоту обычно осуществляется путем изменения ёмкости конденсатора. В некоторых случаях резонанс может привести большой вред: чрезмерно большие токи могут перегреть провода.

2. Автоколебания

В колебательной системе возникшие колебания всегда затухают. Это происходит потому, что из-за трения часть энергии необратимо превращается во внутреннюю энергию и рассеивается в окружающее пространство. Если бы удалось каким-либо способом восполнять убыль энергии в колебательной системе, мы смогли бы получить в ней незатухающие колебания. Т.е. для восполнения убыли энергии в колебательной системе необходимо иметь **источник энергии** за счёт которого пополнялась бы энергия колебательной системы.

При этом нужно выполнить два условия.

1. Энергия, поступающая от источника в колебательную систему за период, должна быть точно равна энергии, которая за это время превращается в другие виды энергии.

2. Внешняя сила должна действовать на колебательную систему в "такт" с происходящими в системе свободными колебаниями.

Для выполнения этих условий необходимо иметь специальное устройство, которое бы регулировало поступление энергии в колебательную систему.

Это устройство называется **"клапаном"**.

Клапан управляется колебательной системой, т.е. между ними осуществляется, обратная связь.

Блок-схема, устройства, в котором возможны незатухающие колебания, изображена на рисунке.

Такие устройства получили название **автоколебательных систем**, а возникающие в них колебания - **автоколебания**.

Теория автоколебаний была разработана в основном в трудах русских физиков Манделъштама, Папалекси, Андропова. Термин "автоколебания" были введены в науку академиком Андроновым.

Механическая автоколебательная система

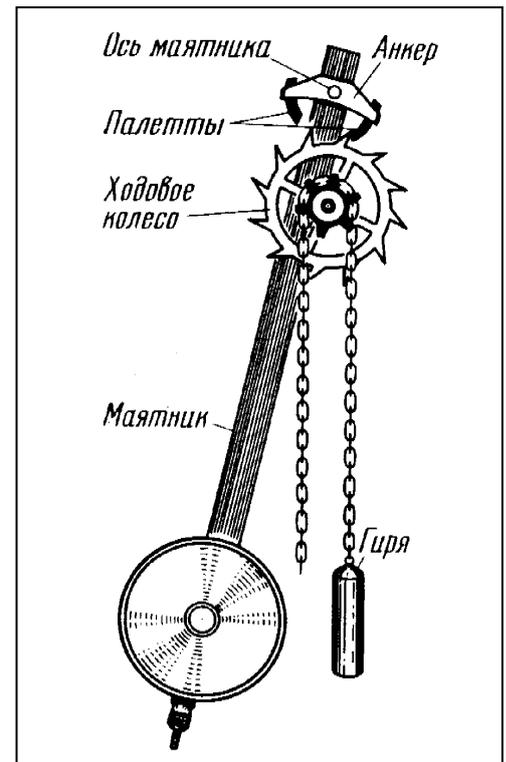
Наиболее распространенной механической автоколебательной системой являются маятниковые часы, изобретенные в 1657г. голландским физиком **Христианом Гюйгенсом**.

Основными элементами маятниковых часов изображены на рис.

Гири заставляет ходовое колесо вращаться. Но вращению препятствуют палетты анкера, одна из которых вошла в зазор между зубьями.

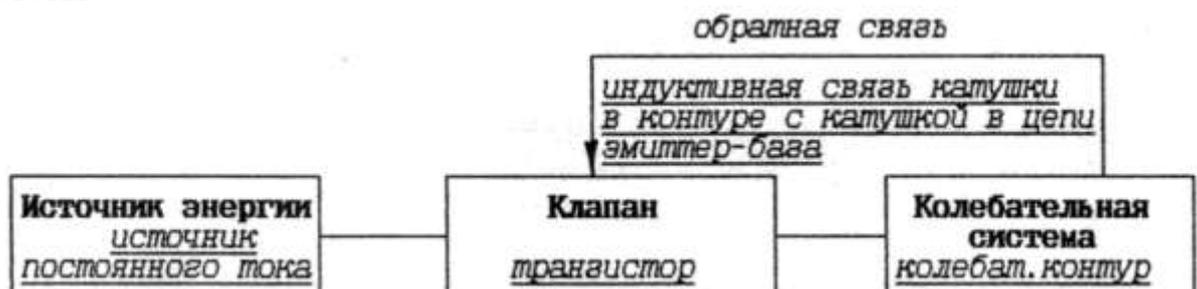
Когда маятник отойдет влево, он выведет левую палетту из зазора и колесо получит возможность повернуться на один зуб влево.

Когда маятник будет проходить положение равновесия слева направо, правая палетта выйдет из зацепления и ходовое колесо получит возможность повернуться еще на один зуб.



Автогенератор электрических колебаний.

В современной технике широкое распространение получили электрические автоколебательные системы. Рассмотрим автогенератор синусоидальных электрических колебаний. Такие генераторы преобразуют энергию постоянного электрического тока, в энергию переменного тока различной частоты.



При замыкании цепи через транзистор проходит импульс тока, который заряжает конденсатор, в результате в колебательном контуре возникают свободные электрические колебания.

Ток, протекающий по контурной катушке, индуцирует на концах катушки обратной связи переменное напряжение. Под действием этого напряжения электрическое поле эмиттерного перехода, периодически, то увеличивается, то ослабляется.

В результате через транзистор проходят импульсы тока, продолжительность которых зависит от режима работы транзистора. Импульсы тока подзаряжают конденсатор и пополняют энергию контура.

Поступающая из источника энергия компенсирует потери энергии в контуре и колебания в контуре не затухают.

Генераторы на транзисторах широко применяются во множестве радиотехнических устройства радиоприемниках, передающих радиостанциях, усилителях, ЭВМ и т.д.

Повторим теорию!

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

1. Что называют электромагнитными колебаниями?
2. Что представляет собой колебательный контур?
3. Почему колебания, возникающие в колебательном контуре, являются свободными?
4. Как можно получить вынужденные колебания?
5. Нарисуйте схему колебательного контура и объясните все стадии процесса возникновения колебаний в течении одного периода? Проведите аналогию с механическими колебаниями.
7. Какие превращения энергии происходят в колебательном контуре в течение одного периода?
8. Изобразите график зависимости $q(t)$.
9. Какова аналогия между величинами, характеризующими механические и электромагнитные колебания?
10. Чему равна собственная частота колебаний? Чему равен период колебаний?
11. Что называют фазой колебаний? Что такое сдвиг фаз?
12. По какому закону изменяются заряд, сила тока и напряжение?
13. Одинаковы ли по фазе колебания заряда и силы тока в колебательном контуре?
14. Что называется переменным током?
15. Чему равна стандартная промышленная частота переменного тока? Что означает данное значение частоты?
16. На каком явлении основана работа генератора переменного тока?
17. Какие величины изменяются при работе генератора, и по какому закону?
18. Как вычислить мгновенную мощность переменного тока?
19. Как вычислить амплитудное значение мощности?
20. Как вычислить среднее значение мощности?
21. Чему равны действующие значения силы тока и напряжения?
22. По какому закону изменяются сила тока и напряжение при наличии в цепи переменного тока активного сопротивления?
23. Изобразите зависимости $U(t)$ и $i(t)$ для цепи с активным сопротивлением.
24. Какую роль выполняет активное сопротивление?
25. Почему постоянный ток не может существовать в цепи, содержащей конденсатор? Что происходит в цепи при прохождении переменного тока?
26. По какому закону происходят колебания силы тока и напряжения в цепи переменного тока, содержащий конденсатор?
27. Как можно вычислить ёмкостное сопротивление и от чего оно зависит?
28. В чём причина ёмкостного сопротивления?
29. Изобразите зависимости $U(t)$ и $i(t)$ для цепи с ёмкостным сопротивлением.
30. В чём отличия ёмкостного сопротивления от ёмкостного?
31. Почему катушка индуктивности представляет большое сопротивление для цепи переменного тока?
32. По какому закону происходят колебания силы тока и напряжения в цепи переменного тока, содержащий индуктивность?

33. Как можно вычислить индуктивное сопротивление и от чего оно зависит?
34. Что называют резонансом в электрической цепи?
35. Опишите установку, на которой можно наблюдать явление электрического резонанса.
36. Начертите график, показывающий явление резонанса в двух контурах с различным активным сопротивлением. В каком случае наблюдается более острый резонанс?
37. Расскажите об учёте и использовании электрического резонанса.
38. Что такое автоколебательная система?
39. С помощью блок-схемы расскажите о назначении основных элементов автоколебательной системы.
40. Расскажите о механической колебательной системе на примере маятниковых часов.
41. Начертив схему простейшего генератора незатухающих колебаний на транзисторе, объясните его устройство и принцип работы.